

# ВЕКТОР НАУКИ

Тольяттинского  
государственного  
университета

Основан в 2008 г.

№ 2 (36)  
2016

Ежеквартальный  
научный журнал

**Учредитель** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тольяттинский государственный университет»

**Главный редактор:**

*Криштал Михаил Михайлович, д.ф.-м.н., профессор*

**Заместитель главного редактора по общим вопросам:**

*Коростелев Александр Алексеевич, д.п.н.*

**Заместитель главного редактора по техническому направлению, секция «Машиностроение и машиноведение»:**

*Шайкин Александр Петрович, д.т.н., профессор*

**Заместитель главного редактора по техническому направлению, секция «Металлургия и материаловедение»:**

*Мерсон Дмитрий Львович, д.ф.-м.н., профессор*

**Заместитель главного редактора по техническому направлению, секция «Химическая технология»:**

*Остапенко Геннадий Иванович, д.х.н., профессор*

**Заместитель главного редактора по гуманитарному направлению, секция «Социологические науки»:**

*Иванова Татьяна Николаевна, д.соц.н., доцент*

**Заместитель главного редактора по гуманитарному направлению, секция «Языкознание»:**

*Тараносова Галина Николаевна, д.п.н., профессор*

*Муранова Екатерина Валентиновна – ответственный секретарь*

Входит в систему «Российский индекс научного цитирования» и перечень российских рецензируемых научных журналов.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-36741 от 1 июля 2009 г.).

Компьютерная верстка:  
Н.А. Никитенко

Технический редактор:  
Н.А. Никитенко

**Адрес редакции:** 445020,  
Самарская обл., г. Тольятти,  
ул. Белорусская, 14  
Тел./факс: (8482) 54-63-64  
vektornaukitgu@yandex.ru  
<http://www.tltsu.ru>

Подписано в печать 30.06.2016.  
Формат 60x84 1/8.  
Печать оперативная.  
Усл. п. л. 16,6.  
Тираж 500 экз. Заказ 3-353-16.

Издательство Тольяттинского  
государственного университета  
445020, г. Тольятти,  
ул. Белорусская, 14

## СВЕДЕНИЯ О ЧЛЕНАХ РЕДКОЛЛЕГИИ

*Главный редактор*

**Кристал Михаил Михайлович**, доктор физико-математических наук, профессор, ректор Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

*Заместитель главного редактора по общим вопросам*

**Коростелев Александр Алексеевич**, доктор педагогических наук, профессор кафедры «Педагогика и методики преподавания» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

*Заместитель главного редактора по техническому направлению, секция «Машиностроение и машиноведение»*

**Шайкин Александр Петрович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Энергетические машины и системы управления» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

*Заместитель главного редактора по техническому направлению, секция «Металлургия и материаловедение»*

**Мерсон Дмитрий Львович**, доктор физико-математических наук, профессор, директор Научно-исследовательского института перспективных технологий Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

*Заместитель главного редактора по техническому направлению, секция «Химическая технология»*

**Остапенко Геннадий Иванович**, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Химия, химические процессы и технологии» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

*Заместитель главного редактора по гуманитарному направлению, секция «Социологические науки»*

**Иванова Татьяна Николаевна**, доктор социологических наук, доцент, заведующий кафедрой «Социология» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

*Заместитель главного редактора по гуманитарному направлению, секция «Языкознание»*

**Тараносова Галина Николаевна**, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры «Русский язык и литература» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

*Редколлегия:*

**Андреюшкина Татьяна Николаевна**, доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры «Теория и практика перевода» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

**Бакалова Зинаида Николаевна**, доктор филологических наук, профессор, профессор кафедры «Русский язык, культура речи и методика их преподавания» Поволжской государственной социально-гуманитарной академии (Самара, Россия).

**Борисова Елена Борисовна**, доктор филологических наук, профессор кафедры английской филологии и межкультурной коммуникации Поволжской государственной социально-гуманитарной академии (Самара, Россия).

**Бочкарев Петр Юрьевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Проектирование технических и технологических комплексов» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. (Саратов, Россия).

**Бржозовский Борис Максович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Проектирование технических и технологических комплексов» Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. (Саратов, Россия).

**Буранок Олег Михайлович**, доктор филологических наук, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой русской, зарубежной литературы и методики преподавания литературы Поволжской государственной социально-гуманитарной академии (Самара, Россия).

**Верещака Анатолий Степанович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения» Московского государственного технологического университета «СТАНКИН» (Москва, Россия).

**Виноградов Алексей Юрьевич**, доктор технических наук, замдиректора по научной работе Научно-исследовательского института перспективных технологий Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

**Гаврюшин Сергей Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Компьютерные системы автоматизации производства» Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (Москва, Россия).

**Глезер Александр Маркович**, доктор физико-математических наук, профессор, директор института металловедения и физики металлов имени Г.В. Курдюмова ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт имени И.П. Бардина» (Москва, Россия).

**Горбунов Юрий Иванович**, доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры «Теория и практика перевода» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

**Готлиб Анна Семеновна**, доктор социологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Методология социологических и маркетинговых исследований» Самарского государственного университета (Самара, Россия).

**Денисенко Александр Федорович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Автоматизированные станочные и инструментальные системы» Самарского государственного технического университета (Самара, Россия).

**Звоновский Владимир Борисович**, доктор социологических наук, директор Самарской региональной общественной организации «Фонд социальных исследований» (Самара, Россия).

**Иванян Елена Павловна**, доктор филологических наук, профессор, профессор кафедры «Русский язык, культура речи и методика их преподавания» Поволжской государственной социально-гуманитарной академии (Самара, Россия).

**Казakov Александр Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Металлургические технологии» института металлургии, машиностроения и транспорта Санкт-Петербургского государственного политехнического университета (Санкт-Петербург, Россия).

**Карпов Михаил Иванович**, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией Института физики твердого тела Российской академии наук (Черноголовка, Россия).

**Кострова Ольга Андреевна**, доктор филологических наук, профессор, профессор кафедры немецкого языка Поволжской государственной социально-гуманитарной академии (Самара, Россия).

**Кудря Александр Викторович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры металловедения и физики прочности Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» (Москва, Россия).

**Кузьминский Анатолий Иванович**, член-корреспондент НАПН Украины, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры педагогики высшей школы и образовательного менеджмента Черкасского национального университета имени Богдана Хмельницкого (Черкассы, Украина).

**Кулинич Марина Александровна**, доктор культурологии, профессор кафедры английской филологии и межкультурной коммуникации Поволжской государственной социально-гуманитарной академии (Самара, Россия).

**Ларшин Василий Петрович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения» Одесского национального политехнического университета (Одесса, Украина).

**Лодатко Евгений Александрович**, доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры педагогики высшей школы и образовательного менеджмента Черкасского национального университета имени Богдана Хмельницкого (Черкассы, Украина).

**Макаров Алексей Викторович**, доктор технических наук, заведующий отделом материаловедения и лабораторией механических свойств Института физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук (Екатеринбург, Россия).

**Морозова Алевтина Николаевна**, доктор филологических наук, заведующий кафедрой английского языка и методики преподавания иностранных языков Поволжской государственной социально-гуманитарной академии (Самара, Россия).

**Морозова Ирина Станиславовна**, доктор психологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей психологии и психологии развития Кемеровского государственного университета (Кемерово, Россия).

**Наймарк Олег Борисович**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией «Физические основы прочности» Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук (Пермь, Россия).

**Носов Николай Васильевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология машиностроения», декан факультета машиностроения и автомобильного транспорта Самарского государственного технического университета (Самара, Россия).

**Орлова Людмила Викторовна**, доктор социологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Управление персоналом» Самарской академии государственного и муниципального управления (Самара, Россия).

**Пилинский Александр Вениаминович**, кандидат технических наук, доцент, MSME (Master of Science in Mechanical Engineering), менеджер компании «Реймер Металс Корпорейшн» (Лос-Анджелес, США).

**Плахова Ольга Александровна**, доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры «Теория и методика преподавания иностранных языков и культур» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

**Романов Алексей Евгеньевич**, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник сектора теории твердого тела Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе Российской академии наук, заведующий кафедрой светодиодных технологий Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики (Санкт-Петербург, Россия).

**Рубаник Василий Васильевич**, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, доцент Института технической акустики Национальной академии наук Беларуси (Витебск, Беларусь).

**Старобинский Рудольф Натанович**, доктор технических наук, профессор, научный консультант инженерного бюро «Prof. Starobinski. Silencers. Consulting and Engineering» (Гамбург, Германия).

**Табаков Владимир Петрович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Металлорежущие станки и инструменты» Ульяновского государственного технического университета (Ульяновск, Россия).

**Тарский Юрий Иванович**, доктор социологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Социология и социальная политика» Поволжского института управления имени П.А. Столыпина (Саратов, Россия).

**Тарская Ольга Юрьевна**, доктор социологических наук, доцент, профессор кафедры «Социология и социальная политика» Поволжского института управления имени П.А. Столыпина (Саратов, Россия).

**Худобин Леонид Викторович**, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения» Ульяновского государственного технического университета (Ульяновск, Россия).

**Шиняева Ольга Викторовна**, доктор социологических наук, профессор, заведующий кафедрой «Политология, социология и связь с общественностью» Ульяновского государственного технического университета (Ульяновск, Россия).

**Шишков Владимир Александрович**, доктор технических наук, начальник технического отдела ООО «Рекар» (Тольятти, Россия).

**Щербакова Галина Ивановна**, доктор филологических наук, профессор, профессор кафедры «Журналистика» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

**Эстрин Юрий Захарович**, кандидат физико-математических наук, доктор естественных наук (Германия), почетный доктор РАН, профессор кафедры материаловедения Университета имени Монаша (Мельбурн, Австралия).

**Явон Снежана Владимировна**, доктор социологических наук, доцент, доцент кафедры «Социальные технологии» Поволжского государственного университета сервиса (Тольятти, Россия).

**Ярыгин Анатолий Николаевич**, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры «Информатика и вычислительная техника» Тольяттинского государственного университета (Тольятти, Россия).

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>ИЗУЧЕНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СПЛАВА Д1 МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИИ ЦИФРОВЫХ СПЕКТЛ-ИЗОБРАЖЕНИЙ</b> С.А. Баранникова, Ю.В. Ли, А.В. Бочкарева, Л.Б. Зуев.....	11
<b>ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ</b> О.А. Горленко, Я.А. Вавилин.....	17
<b>ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ КАТОДА НА ЭВОЛЮЦИЮ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛОВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕДИ</b> А.М. Грызунов.....	22
<b>МЕДЬ-ЦИНКОВОЕ ПОКРЫТИЕ С ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ, ПОЛУЧЕННОЕ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛА</b> А.Г. Денисова.....	29
<b>МОДЕЛЬ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ</b> Е.М. Лужаева, Е.Н. Яговкина, Т.Ю. Фрезе.....	35
<b>РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННЫХ СТАНКАХ С ЧПУ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИ СМЕННЫХ МОДУЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ</b> П.А. Огин, Д.Г. Левашкин.....	40
<b>ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЛУЧА НА ГЕОМЕТРИЮ ЗОНЫ ОПЛАВЛЕНИЯ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКЕ СТАЛИ 40Х</b> П.А. Огин, Д.Л. Мерсон, С.И. Ярьсько.....	46
<b>ТЕРМОУПРУГИЕ МАРТЕНСИТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В МОНОКРИСТАЛЛАХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА Fe-Ni-Co-Al-Nb(B) ПРИ ДЛИТЕЛЬНЫХ ВРЕМЕНАХ СТАРЕНИЯ</b> М.Ю. Панченко, О.А. Куц, И.В. Киреева, Ю.И. Чумляков.....	52
<b>РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СТОЙКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КООРДИНАТНО-РАСТОЧНОГО СТАНКА С КОМПЛЕКСОМ ГИДРОДОМКРАТОВ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ</b> М.А. Рубцов.....	59
<b>ГАШЕНИЕ АВТОКОЛЕБАНИЙ ЗАКРЕПЛЕННОГО В ЦЕНТРАХ НЕЖЕСТКОГО ВАЛА ПРИ ТОЧЕНИИ МНОГОРЕЗЦОВОЙ ГОЛОВКОЙ С ПЕРЕМЕННЫМ ШАГОМ ЗУБЬЕВ</b> В.М. Свинин, А.Ю. Прохоров.....	67

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ФИТНЕС-УСЛУГ: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА</b> Н.Е. Бартенева.....	79
<b>ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ТЕРМИНООБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ (НА МАТЕРИАЛЕ АНГЛИЙСКОГО И ФРАНЦУЗСКОГО ЯЗЫКОВ)</b> М.К. Борисова.....	86
<b>КАТЕГОРИЯ НЕГАЦИИ И ЯЗЫКОВЫЕ СРЕДСТВА ЕЕ ВЫРАЖЕНИЯ В СЛОЖНОМ ПРЕДЛОЖЕНИИ (НА МАТЕРИАЛЕ РУССКОГО И ФРАНЦУЗСКОГО ЯЗЫКОВ)</b> Г.Ф. Гаврилова, И.В. Ковтуненко.....	92
<b>К ВОПРОСУ О КОММУНИКАТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЯЗЫКОВОЙ ЛИЧНОСТИ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ Г. ГАЗДАНОВА</b> О.Е. Гайбарян, Г.И. Мясищев.....	98
<b>КОНЦЕПТ КИТАЯ В РУССКОЙ И АНГЛИЙСКОЙ ЯЗЫКОВЫХ КАРТИНАХ МИРА (ЭТИМОЛОГИЯ, СЛОВООБРАЗОВАНИЕ И ФРАЗЕОЛОГИЗМЫ)</b> На Дань.....	103
<b>ЗНАЧЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИНГВОКУЛЬТУРНОГО ТИПАЖА «БРИТАНСКИЙ ИЗБИРАТЕЛЬ»</b> Д.Г. Демидова.....	109
<b>ОНОМАСТИЧЕСКАЯ ЦИТАТА КАК ОДНА ИЗ ФОРМ ВЫРАЖЕНИЯ ИНТЕРТЕКСТУАЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ПОЭТИЧЕСКОМ ДИСКУРСЕ</b> Дж.М. Дреева.....	114
<b>ПРОБЛЕМА СЕМАНТИЧЕСКОГО ТОЛКОВАНИЯ АНГЛИЙСКИХ ЭКСПЕРИЕНЦИАЛЬНЫХ ГЛАГОЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ГЛАГОЛА <i>RELISH</i>)</b> Е.Г. Корнеева.....	119
<b>ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗРАБОТИЦУ НА РЫНКЕ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b> А.А. Мамедов.....	124
<b>РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ УЧАСТВУЮЩЕГО ПОДХОДА В СОВРЕМЕННОЙ СОЦИОЛОГИИ ДЕТСТВА</b> С.Ю. Митрофанова.....	132
<b>НАШИ АВТОРЫ.....</b>	136

---

## CONTENT

### TECHNICAL SCIENCES

<b>THE STUDY OF PLASTIC DEFORMATION NONUNIFORMITY IN D1 ALLOY USING THE METHOD OF DIGITAL SPECKLE IMAGES CORRELATION</b> S.A. Barannikova, Yu.V. Li, A.V. Bochkareva, L.B. Zuev.....	<b>11</b>
<b>SAFETY CONTROL OF MACHINE BUILDING PRODUCTION IN THE CONTEXT OF TECHNICAL REGULATION REFORM</b> O.A. Gorlenko, Ya.A. Vavilin.....	<b>17</b>
<b>THE INFLUENCE OF CATHODE ACTIVATION ON THE EVOLUTION OF THE SURFACE MORPHOLOGY OF CRYSTALS FORMED IN THE PROCESS OF ELECTROCHEMICAL CRYSTALLIZATION OF CUPRUM</b> A.M. Gryzunov.....	<b>22</b>
<b>COPPER-ZINC COATING WITH HIGH SPECIFIC SURFACE PRODUCED BY METAL ELECTRODEPOSITION METHOD</b> A.G. Denisova.....	<b>29</b>
<b>THE MODEL OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF TECHNICAL SYSTEM RELIABILITY</b> E.M. Luzhaeva, E.N. Yagovkina, T.Yu. Freze.....	<b>35</b>
<b>THE IMPLEMENTATION OF ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES ON THE MODERN CNC MACHINES BY USING THE AUTOMATICALLY REPLACEABLE MODULES ON THE EXAMPLE OF LASER PROCESSING</b> P.A. Ogin, D.G. Levashkin.....	<b>40</b>
<b>THE INFLUENCE OF LASER EMISSION AND BEAM VELOCITY ON THE GEOMETRY OF FLASHING ZONE DURING LASER HARDENING OF 40H STEEL</b> P.A. Ogin, D.L. Merson, S.I. Yaresko.....	<b>46</b>
<b>THERMOELASTIC MARTENSITE TRANSFORMATIONS IN SINGLE-CRYSTALS OF Fe-Ni-Co-Al-Nb(B) FERRUM-BASED ALLOYS AT THE LONG TIME OF AGENING</b> M.Yu. Panchenko, O.A. Kuts, I.V. Kireeva, Yu.I. Chumlyakov.....	<b>52</b>
<b>THE DEVELOPMENT OF DYNAMIC MODEL OF THE COLUMN OF HORIZONTAL MULTI-AXIS BORING MACHINE WITH HYDRAULIC JACKS COMPLEX AS THE CONTROL TARGET</b> M.A. Rubtsov.....	<b>59</b>
<b>DAMPING OF AUTOVIBRATIONS OF FLEXIBLE SHAFT EMBODIED IN CENTERS WHEN TURNING BY MULTIPLE-TOOL HEAD WITH VARIABLE TOOTH PITCH</b> V.M. Svinin, A.Yu. Prokhorov.....	<b>67</b>

## HUMANITIES

<b>MODELING BEHAVIOUR OF FITNESS-SERVICES CONSUMERS: EXPERIENCE OF FACTOR ANALYSIS APPLICATION</b> N.E. Barteneva.....	79
<b>MAIN MODELS OF TERM FORMATION IN THE AREA OF SECURITY (ON THE MATERIAL OF ENGLISH AND FRENCH LANGUAGES)</b> M.K. Borisova.....	86
<b>THE CATEGORY OF NEGATION AND LINGUISTIC MEANS FOR ITS EXPRESSION IN COMPLEX SENTENCE (A CASE STUDY OF RUSSIAN AND FRENCH LANGUAGES)</b> G.F. Gavrilova, I.V. Kovtunenکو.....	92
<b>TO THE ISSUE OF COMMUNICATIVE FEATURES OF LINGUISTIC PERSONA IN THE WORKS OF G. GAZDANOV</b> O.E. Gaibaryan, G.I. Myasishchev.....	98
<b>THE CONCEPT OF CHINA IN RUSSIAN AND ENGLISH LINGUISTIC WORLDVIEWS (ETYMOLOGY, WORD FORMATION AND PHRASEOLOGICAL UNITS)</b> Na Dan.....	103
<b>THE SIGNIFICANCE OF SOCIAL-AREAL CHARACTERISTICS FOR FORMATION OF THE “BRITISH VOTER” LINGUOCULTURAL TYPE</b> D.G. Demidova.....	109
<b>ONOMASTIC CITATION AS THE MEANS OF EXPRESSION OF INTERTEXTUAL CONNECTIONS IN THE POETIC DISCOURSE</b> Dzh.M. Dreeva.....	114
<b>PROBLEM OF SEMANTIC INTERPRETATION OF THE ENGLISH EXPERIENTIAL VERBS (ON THE EXAMPLE OF THE VERB RELISH)</b> E.G. Korneeva.....	119
<b>THE MAIN TRENDS AND FACTORS AFFECTING UNEMPLOYMENT RATE IN THE LABOR MARKET OF THE RUSSIAN FEDERATION</b> A.A. Mamedov.....	124
<b>IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLES OF PARTICIPATORY APPROACH IN MODERN SOCIOLOGY OF CHILDHOOD</b> S.Yu. Mitrofanova.....	132
<b>OUR AUTHORS</b> .....	136



---

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

---



**ИЗУЧЕНИЕ НЕОДНОРОДНОСТИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СПЛАВА Д1  
МЕТОДОМ КОРЕЛЯЦИИ ЦИФРОВЫХ СПЕКЛ-ИЗОБРАЖЕНИЙ**

© 2016

**С.А. Баранникова**, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физики прочности, профессор кафедры «Механика деформируемого твердого тела»

*Институт физики прочности и материаловедения*

*Сибирского отделения Российской академии наук, Томск (Россия)*

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск (Россия)*

**Ю.В. Ли**, аспирант лаборатории физики прочности

*Институт физики прочности и материаловедения*

*Сибирского отделения Российской академии наук, Томск (Россия)*

**А.В. Бочкарева**, кандидат технических наук, младший научный сотрудник лаборатории физики прочности, доцент кафедры «Теоретическая и прикладная механика»

*Институт физики прочности и материаловедения*

*Сибирского отделения Российской академии наук, Томск (Россия)*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск (Россия)*

**Л.Б. Зуев**, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией физики прочности, профессор кафедры «Теории прочности и проектирования»

*Институт физики прочности и материаловедения*

*Сибирского отделения Российской академии наук, Томск (Россия)*

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск (Россия)*

**Ключевые слова:** пластическая деформация; водородное охрупчивание; дуралюмин; локализация пластической деформации; микротвердость; фрактография; интерметаллиды.

**Аннотация:** В работе исследовано влияние насыщения водородом алюминиевого сплава марки Д1 электролитическим методом на локализацию пластического течения. Исследования проводились на образцах алюминиевого сплава до и после легирования водородом с использованием трехэлектродной электрохимической ячейки. Было установлено, что водород оказывает значительное влияние на механические свойства и кривые пластического течения рассматриваемого материала. Анализ стадийности деформационных кривых показал наличие следующих стадий пластического течения: стадия линейного деформационного упрочнения, стадия параболического деформационного (тейлоровского) упрочнения и стадия предразрушения. Для выявления и визуализации зон локализованной деформации был использован метод корреляции цифровых спекл-изображений, позволяющий получить количественные характеристики деформации, т. е. определить поле векторов смещения в плоском образце при растяжении и далее рассчитать компоненты тензора пластической дисторсии (локальные удлинения  $\varepsilon_{xx}$ , сдвиг  $\varepsilon_{xy}$  и поворот  $\omega_z$ ). При использовании данной методики в процессе нагружения образца были определены картины эволюции деформации и характер ее локализации в деформируемом образце на разных стадиях деформационного упрочнения в исходном состоянии и после насыщения водородом в течение 100 ч. Информация о закономерностях распространения фронтов локализации пластической деформации в рассматриваемом материале является важной для более детального изучения процесса пластического течения алюминиевых сплавов. Изучение данного процесса позволяет на ранних стадиях спрогнозировать область формирования деформационной шейки и определить место будущего разрушения материала. С помощью микрорентгеноспектрального анализа получена информация о наличии упрочняющих интерметаллидных частиц.

**ВВЕДЕНИЕ**

Известно, что элементы многих конструкций на предприятиях газовой, химической, нефтеперерабатывающей, энергетической промышленности в процессе эксплуатации контактируют с рабочими агрессивными средами и под их влиянием подвергаются коррозионной деструкции. Водородосодержащая среда, проникая в объем элементов конструкции, приводит к значительным ухудшениям механических характеристик материала, что вызывает изменение напряженно-деформированного состояния и приводит к значительному уменьшению несущей способности и сокращению долговечности конструкций. Поэтому изучение влияния коррозионных процессов на механические характеристики конструкционных металлов и сплавов представляет собой важную инженерную задачу [1].

Термически упрочняемые алюминиевые сплавы обладают достаточными прочностными характеристиками и, одновременно с этим, высокой степенью сопротивления коррозионным процессам, ввиду наличия на поверхности инертной оксидной пленки. Широкое применение алюминиевых сплавов предполагает возможность воздействия на них различных факторов окружающей среды, которые инициируют утонение верхнего слоя защитной оксидной пленки, что приводит к развиту коррозионных процессов и снижает общую безопасность конструкций. Алюминиевые сплавы в целом инертны к коррозионным процессам, однако это справедливо только лишь для сплавов с малой степенью пересыщения твердого раствора. Сплавы с высокой концентрацией легирующих элементов, к которым относят сплавы системы дуралюмин, при условии существования в агрессивных средах, напротив, подвержены

коррозионному растрескиванию. Причиной такого растрескивания может служить и водород [2–6]. В связи с этим представляется важным установить влияние насыщения водородом электролитическим методом на деформационное поведение термически упрочняемых алюминиевых сплавов.

Изучение природы пластической деформации твердых тел привело к заключению о том, что пластическое течение неоднородно на любом этапе от предела текучести до разрушения. Универсальность этого тезиса прослеживается на микро-, мезо- и макрокопическом масштабных уровнях [7–9]. Целью данной работы является исследование процессов неоднородности пластической деформации при одноосном растяжении предварительно электролитически насыщенных водородом образцов алюминиевого сплава Д1 с использованием универсального измерительного комплекса ALMEC-tv, который позволяет проследить эволюцию картин локализации пластической деформации и определить основные параметры локализации деформации [9].

#### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве материала исследований был выбран дисперсионно-твердеющий сплав системы дуралюмин Д1. После штампования из горячекатаного листа образцы были подвергнуты искусственному старению при  $T=340\text{ }^\circ\text{C}$  в течение 3 ч с охлаждением в печи. Водородное насыщение исследуемого сплава проводилось электролитическим методом при постоянном контролируемом катодном потенциале в 1N растворе серной кислоты в течение 100 ч в трехэлектродной электрохимической ячейке [10]. Механические испытания образцов в форме двойной лопатки с размерами рабочей части  $50 \times 10 \times 2$  мм проводились при  $T=300\text{ K}$  по схеме одноосного растяжения со скоростью растяжения  $6,67 \times 10^{-5}\text{ c}^{-1}$  на испытательной машине LFM-125. Исследование макролокализации пластической деформации проводили методом корреляции цифровых спекл-изображений с использованием автоматизированного лазерного измерительного комплекса ALMEC-tv. Микротвердость сплава Д1 в исходном состоянии и после его насыщения электролитическим насыщением водородом измерялась стандартным методом с использованием наконечника Виккерса на микротвердомере ПМТ-3. Нагрузка на индентор составила  $P=0,15\text{ H}$ . Индентированию подвергалась полированная поверхность рабочей части образца. Полученные данные представлены с использованием стандартных приемов математической обработки результатов физического эксперимента.

Микрорентгеноспектральный анализ проводился на приборах LEO EVO 50 (Zeiss, Германия) и JEM 2100 (JEOL) в ЦКП «НАНОТЕХ» ИФПМ СО РАН с дополнительным использованием приставки INCA.

#### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Кривые нагружения сплава Д1 в исходном состоянии (1) и подверженного электролитическому насыщению водородом в течение 100 ч (2), представленные на рисунке 1, имеют пилообразный вид. Спады напряжений достигают 4–5 МПа, природа которых обусловлена эффектом Портевена – Ле Шателье [11–13]. Без учета зубчатости подобные кривые можно отнести к диаграммам общего типа, которые принято описывать параболической функцией вида:

$$\sigma = \sigma_0 + K\varepsilon^n, \quad (1)$$

где  $K$  – коэффициент деформационного упрочнения;  $n \leq 1$  – показатель деформационного упрочнения.

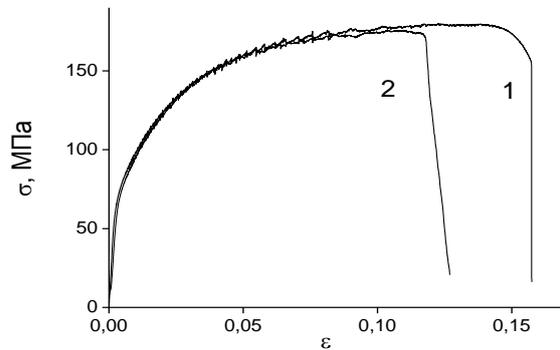


Рис. 1. Кривые нагружения сплава Д1 в исходном состоянии (1) и после электролитического наводороживания 100 ч (2)

Использование метода, описанного в [14; 15], и переход к логарифмическим координатам позволяют представить кривую нагружения в системе координат  $\ln(s-s_0)=f(\ln e)$  ( $s$  – истинное напряжение, без учета изменения поперечного сечения рабочей части в ходе одноосного растяжения, МПа;  $e$  – истинная деформация) и определить наличие участков на деформационной кривой, где показатель  $n$  является постоянным и меняется дискретно от участка к участку.

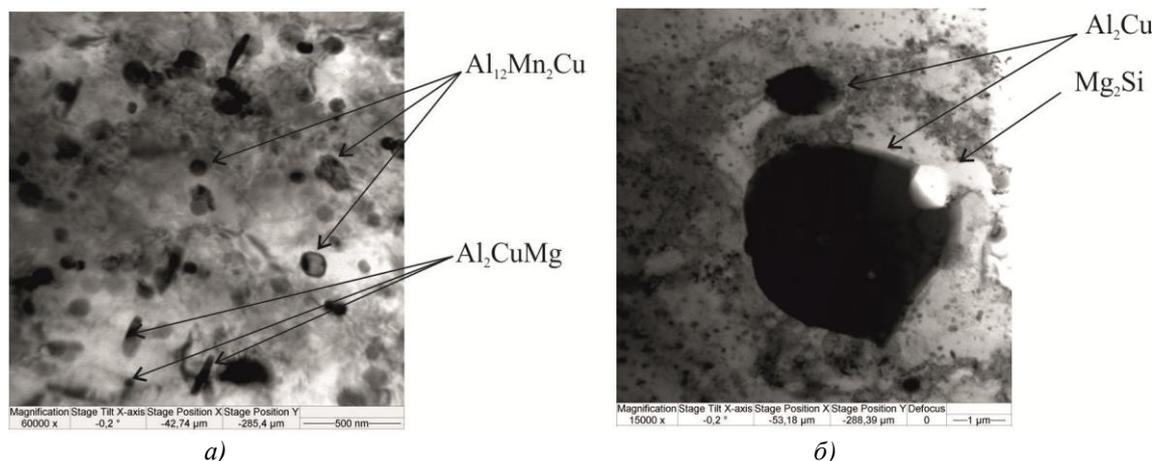
Механические характеристики:  $\sigma_{0,2}$  – условный предел текучести, МПа;  $\sigma_B$  – предел прочности, МПа;  $\delta$  – относительное удлинение до разрыва, % – приведены в таблице 1. Деформирование сплава Д1 в исходном состоянии (1) заканчивается образованием макрокопической шейки, свидетельствующей о вязком разрушении. Анализ стадийности деформационных кривых сплава в исходном состоянии позволил выделить три традиции пластического течения: сталию линейного упрочнения, стадию параболического упрочнения и стадию предразрушения. Полученные данные согласуются с данными выполненных ранее исследований [10].

В результате проведения микрорентгеноспектрального анализа было выявлено наличие упрочняющих интерметаллидных частиц. Значительная часть содержащегося в твердом растворе марганца в результате обработки слитков горячей деформацией, отжигом выделяется в виде устойчивых к нагреву нерастворимых мелкодисперсных частиц фазы  $T(\text{Al}_{12}\text{Mn}_2\text{Cu})$  диаметром порядка 100–200 нм (рис. 2 а). Эти частицы являются продуктами распада твердого раствора и положительно влияют на свойства дуралюмина, а именно обеспечивают повышение прочностных свойств и улучшение коррозионной стойкости [16]. Здесь же выявляется присутствие упрочняющей фазы  $S(\text{Al}_2\text{CuMg})$ . Частицы имеют вытянутую форму с длиной  $\sim 200$  нм (рис. 2 а).

Основной упрочняющей фазой в системе Al-Cu-Mg является  $\theta$  фаза –  $\text{Al}_2\text{Cu}$  (рис. 2 б), которая образуется в результате распада пересыщенного твердого раствора.

**Таблица 1.** Механические характеристики сплава Д1 в исходном состоянии (1), после электролитического насыщения водородом в течение 100 ч (2)

	$\sigma_{0,2}$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta$ , %	$H\mu$ , МПа	Линейная стадия, $n \approx 1$		Параболическая стадия, $n \approx 1/2$		Стадия предразрушения, $n \leq 0,3$	
					$\varepsilon_n$ , %	$\varepsilon_k$ , %	$\varepsilon_n$ , %	$\varepsilon_k$ , %	$\varepsilon_n$ , %	$\varepsilon_k$ , %
1	76	180	15	251,0±1,5	1,3	2,3	3,6	6,1	6,9	13,8
2	77	175	12	271,9±4,9	1,1	2,4	3,4	5,5	5,9	11,1

**Рис. 2.** Микроструктура и упрочняющие фазы  $T$ ,  $S$  (а) и  $\theta$ ,  $\beta$  (б) дуралюмина в состоянии поставки

Упрочняющие частицы  $\theta(Al_2Cu)$  могут находиться как внутри зерна (при этом они имеют округлую форму), так и располагаться на границе между зёрнами.

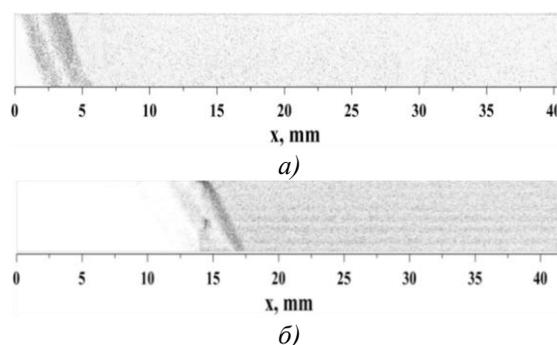
Также была обнаружена в небольшом количестве упрочняющая  $\beta(Mg_2Si)$  фаза, наиболее характерная для сплавов системы Al-Mg-Si (рис. 2 б). Данная фаза представляет собой частицы белого цвета, округлой формы размером  $\sim 1$  мкм. Формирование фазы осуществляется через образование зон Гинье – Престона [16] в результате распада пересыщенного твердого раствора в областях, где локальная концентрация кремния имеет более высокое значение.

При обработке цифровых спекл-изображений методикой, основанной на измерении скорости мерцания спеклов, наблюдаются периодически перемещающиеся одиночные фронты локализованной деформации, аналогичные полосам Чернова – Людерса. Пример таких фронтов локализации пластической деформации показан на рисунке 3.

Последовательность координат  $X$ , соответствующих положениям полос деформации вдоль оси растяжения с течением общей деформации или времени  $t$ , аппроксимировали прямыми линиями. Из зависимостей  $X(t)$  определяются скорость и расстояние между полосами локализованной деформации, которые служат информативным дополнением к обычным механическим характеристикам материала [17–20].

Анализ картин локализации пластической деформации в образцах сплава Д1 показал преимущественное распространение одиночных фронтов деформации по всей длине образца. Зарождение новых полос локализованной пластической деформации происходит вблизи неподвижного захвата (рис. 4).

Скорость полос локализации пластической деформации снижается по мере роста общей деформации как в исходном состоянии (1)  $V \sim (1,8 \dots 0,2) \cdot 10^{-3}$  м/с, так и после предварительного насыщения водородом (2)  $V \sim (2,5 \dots 0,6) \cdot 10^{-3}$  м/с. На стадии предразрушения к моменту формирования шейки перемещение фронтов деформации ограничено узкой областью – местом будущего разрушения (рис. 4).

**Рис. 3.** Визуализация полос макролокализации деформации на поверхности образца Д1 в состоянии (1) при общей деформации 1,1 % (а) и в состоянии (2) при общей деформации 5,1 % (б)

Таким образом, в настоящей работе рассмотрены особенности локализации пластической деформации дуралюмина методом корреляции цифровых спекл-изображений. Показано, что на всем протяжении пластического течения очаги локализации пластической деформации в Д1 формируются и эволюционируют

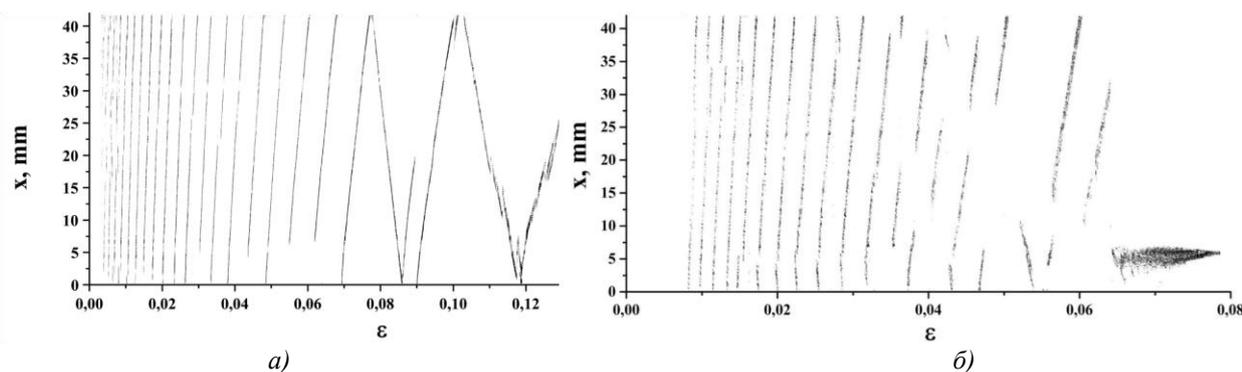


Рис. 4. Кинетические диаграммы полос локализованной деформации с ростом общей деформации в сплаве Д1 в исходном состоянии (а) и после электролитического насыщения в течение 100 ч (б)

закономерным образом. Установлено влияние насыщения водородом алюминиевого сплава марки Д1 электролитическим методом на макроскопическую локализацию пластического течения. Насыщение водородом образцов в течение 100 ч в значительной степени влияет на пластичность сплава по сравнению с исходным состоянием. При этом остается неизменным число присутствующих стадий пластического течения (линейная, параболическая и стадия предразрушения), однако сокращается их продолжительность. Наличие интерметаллидных частиц способствует увеличению прочностных характеристик и улучшает коррозионную стойкость материала. Водород усиливает локализацию пластической деформации и приводит к увеличению скорости зон локализации пластической деформации и расстояния между ними, что обусловлено сокращением пластичности по сравнению с исходным состоянием сплава Д1.

Полученные результаты показывают, что особенности макроскопической локализации деформации должны учитываться при разработке моделей деформационного упрочнения алюминиевых сплавов.

Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных исследований Государственной академии наук в 2013–2020 гг. и гранта РФФИ № 16-08-00385-а.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Овчинников И.И., Овчинников И.Г. Влияние водородосодержащей среды при высоких температурах и давлениях на поведение металлов и конструкций из них // Интернет-журнал Науковедение. 2012. № 4. С. 1–28.
2. Lunarska E., Chernyaeva O. Effect of precipitates on hydrogen transport and hydrogen embrittlement of aluminum alloys // Materials Science. 2004. Vol. 40. № 3. P. 399–407.
3. Kannan M., Raja V.S. Hydrogen embrittlement susceptibility of over aged 7010 Al-alloy // Journal of Materials Science. 2006. Vol. 41. № 17. P. 5495–5499.
4. Kim S.J., Han M.S., Jang S.K. Electrochemical characteristics of Al-Mg alloy in seawater for leisure ship: Stress corrosion cracking and hydrogen embrittlement // Korean Journal of Chemical Engineering. 2009. Vol. 26. № 1. P. 250–257.
5. Kumar S., Namboodhiri T. Precipitation hardening and hydrogen embrittlement of aluminum alloy AA7020 // Bulletin of Materials Science. 2011. Vol. 34. № 2. P. 311–321.
6. Nykyforchyn H.M., Ostash O.P., Tsyryl'nyk O.T., Andreiko I.M., Holovatyuk Yu.V. Electrochemical evaluation of the in-service degradation of an aircraft aluminum alloy // Materials Science. 2008. Vol. 44. № 2. P. 254–259.
7. Kuhlmann-Wilsdorf D. The low energetic structures theory of solid plasticity // Dislocations in Solid. Amsterdam: Elsevier, 2002. P. 213–338.
8. Panin V.E. Plastic deformation and fracture of solid at the mesoscale level // Material Science and Engineering A. 1997. Vol. 234-236. P. 944–948.
9. Зуев Л.Б., Баранникова С.А. Физика прочности и экспериментальная механика. Новосибирск: Наука, 2011. 350 с.
10. Yagodzinsky Y., Todoshchenko O., Papula S., Hänninen H. Hydrogen Solubility and Diffusion in Austenitic Stainless Steels Studied with Thermal Desorption Spectroscopy // Steel Research International. 2011. Vol. 82. № 1. P. 20–25.
11. Криштал М.М. Неустойчивость и мезоскопическая неоднородность пластической деформации (аналитический обзор). Часть I. Феноменология зуба текучести и прерывистой текучести // Физическая мезомеханика. 2004. Т. 7. № 5. С. 5–29.
12. Криштал М.М. Неустойчивость и мезоскопическая неоднородность пластической деформации (аналитический обзор). Часть II. Теоретические представления о механизмах неустойчивости пластической деформации // Физическая мезомеханика. 2004. Т. 7. № 5. С. 31–45.
13. Rizzi E., Hähner P. On the Portevin-Le Chatelier effect: theoretical modeling and numerical results // International Journal of Plasticity. 2004. Vol. 20. № 1. P. 121–165.
14. Pelleg J. Mechanical Properties of Metals. Dordrecht: Springer, 2013. 644 p.
15. Деформационное упрочнение и разрушение поликристаллических металлов / под ред. В.И. Трефилова. Киев: Наукова думка, 1989. 256 с.
16. Колачев Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: МИСИС, 1999. 416 с.
17. Баранникова С.А., Надежкин М.В., Мельничук В.А., Зуев Л.Б. О локализации пластической деформации

- растяжения монокристаллов аустенитной стали, электролитически насыщенных водородом // Письма в ЖТФ. 2011. Т. 37. № 17. С. 9–17.
18. Баранникова С.А., Надежкин М.В., Лунев А.Г., Горбатенко В.В., Шляхова Г.В., Зуев Л.Б. Влияние водорода на локализацию пластического течения при растяжении низкоуглеродистой стали // Металлофизика и новейшие технологии. 2014. Т. 36. № 2. С. 229–245.
  19. Баранникова С.А., Надежкин М.В., Лунев А.Г., Горбатенко В.В., Зуев Л.Б. Закономерности локализации пластического течения при электролитическом насыщении водородом ОЦК-сплава железа // Письма в ЖТФ. 2014. Т. 40. № 5. С. 51–58.
  20. Zuev L.B., Barannikova S.A. Experimental study of plastic flow macro-scale localization process: pattern, propagation rate, dispersion // *International Journal of Mechanical Sciences*. 2014. Vol. 88. P. 1–8.
- REFERENCES**
1. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G. Effect of hydrogen-containing environment at high temperature and pressure on the behavior of metals and structures. *Internet-zhurnal Naukovedenie*, 2012, no. 4, pp. 1–28.
  2. Lunarska E., Chernyaeva O. Effect of precipitates on hydrogen transport and hydrogen embrittlement of aluminum alloys. *Materials Science*, 2004, vol. 40, no. 3, pp. 399–407.
  3. Kannan M., Raja V.S. Hydrogen embrittlement susceptibility of over aged 7010 Al-alloy. *Journal of Materials Science*, 2006, vol. 41, no. 17, pp. 5495–5499.
  4. Kim S.J., Han M.S., Jang S.K. Electrochemical characteristics of Al-Mg alloy in seawater for leisure ship: Stress corrosion cracking and hydrogen embrittlement. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 2009, vol. 26, no. 1, pp. 250–257.
  5. Kumar S., Namboodhiri T. Precipitation hardening and hydrogen embrittlement of aluminum alloy AA7020. *Bulletin of Materials Science*, 2011, vol. 34, no. 2, pp. 311–321.
  6. Nykyforchyn H.M., Ostash O.P., Tsyryl'nyk O.T., Andreiko I.M., Holovatyuk Yu.V. Electrochemical evaluation of the in-service degradation of an aircraft aluminum alloy. *Materials Science*, 2008, vol. 44, no. 2, pp. 254–259.
  7. Kuhlmann-Wilsdorf D. The low energetic structures theory of solid plasticity. *Dislocations in Solid*. Amsterdam, Elsevier, 2002, pp. 213–338.
  8. Panin V.E. Plastic deformation and fracture of solid at the mesoscale level. *Material Science and Engineering A*, 1997, vol. 234–236, pp. 944–948.
  9. Zuev L.B., Barannikova S.A. *Fizika prochnosti i eksperimental'naya mekhanika* [Physics of strength and experimental mechanics]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2011. 350 p.
  10. Yagodzinsky Y., Todoshchenko O., Papula S., Hänninen H. Hydrogen Solubility and Diffusion in Austenitic Stainless Steels Studied with Thermal Desorption Spectroscopy. *Steel Research International*, 2011, vol. 82, no. 1, pp. 20–25.
  11. Krishtal M.M. Instability and mesoscopic inhomogeneity of plastic deformation (analytical review). Part I. Phenomenology of yield drop and jerky flow. *Physical mesomechanics*, 2004, vol. 7, no. 5, pp. 5–26.
  12. Krishtal M.M. Instability and mesoscopic inhomogeneity of plastic deformation (analytical review). Part II. Theoretical views on mechanisms of plastic deformation instability. *Physical mesomechanics*, 2004, vol. 7, no. 5, pp. 27–39.
  13. Rizzi E., Hähner P. On the Portevin-Le Chatelier effect: theoretical modeling and numerical results. *International Journal of Plasticity*, 2004, vol. 20, no. 1, pp. 121–165.
  14. Pelleg J. *Mechanical Properties of Metals*. Dordrecht, Springer, 2013. 644 p.
  15. Trefilov V.I., ed. *Deformatsionnoe uprochnenie i razrushenie polikristallicheskih metallov* [Deformation Strengthening and Fracture in polycrystalline materials]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1989. 256 p.
  16. Kolachev B.A., Livanov V.A., Elagin V.I. *Metallovedenie i termicheskaya obrabotka tsvetnykh metallov i splavov* [Physical metallurgy and heat treatment of nonferrous materials and alloys]. Moscow, MISIS Publ., 1999. 416 p.
  17. Barannikova S.A., Nadezhkin M.V., Melnichuk V.A., Zuev L.B. Tensile plastic strain localization in single crystals of austenite steel electrolytically saturated with hydrogen. *Technical Physics Letters*, 2011, vol. 37, no. 9, pp. 793–796.
  18. Barannikova S.A., Nadezhkin M.V., Lunev A.G., Gorbatenko V.V., Shlyakhova G.V., Zuev L.B. Effect of hydrogen on the localization of plastic deformation under tensile of low-carbon steel. *Metallofizika i noveyshie tekhnologii*, 2014, vol. 36, no. 2, pp. 229–245.
  19. Barannikova S.A., Nadezhkin M.V., Lunev A.G., Gorbatenko V.V., Zuev L.B. Regularities in localization of plastic flow upon electrolytic hydrogenation of an iron bcc-alloy. *Technical Physics Letters*, 2014, vol. 40, no. 3, pp. 211–214.
  20. Zuev L.B., Barannikova S.A. Experimental study of plastic flow macro-scale localization process: pattern, propagation rate, dispersion. *International Journal of Mechanical Sciences*, 2014, vol. 88, pp. 1–8.

**THE STUDY OF PLASTIC DEFORMATION NONUNIFORMITY IN D1 ALLOY  
USING THE METHOD OF DIGITAL SPECKLE IMAGES CORRELATION**

© 2016

**S.A. Barannikova**, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), leading researcher of laboratory of strength physics, professor of Chair “Deformable solid mechanics”

*Institute of strength physics and materials science of Siberian branch of Russian Academy of Sciences, Tomsk (Russia)  
National Research Tomsk State University, Tomsk (Russia)*

**Yu.V. Li**, postgraduate student of laboratory of strength physics

*Institute of strength physics and materials science of Siberian branch of Russian Academy of Sciences, Tomsk (Russia)*

**A.V. Bochkareva**, PhD (Engineering), junior researcher of laboratory of strength physics, assistant professor of Chair “Theoretical and applied mechanics”

*Institute of strength physics and materials science of Siberian branch of Russian Academy of Sciences, Tomsk (Russia)  
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk (Russia)*

**L.B. Zuev**, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Head of laboratory of strength physics, professor of Chair “Strength and Design”

*Institute of strength physics and materials science of Siberian branch of Russian Academy of Sciences, Tomsk (Russia)  
National Research Tomsk State University, Tomsk (Russia)*

*Keywords:* plastic deformation; hydrogen embrittlement; duralumin; plastic deformation localization; microhardness; fractography; intermetallics.

*Abstract:* The paper presents the study of the influence of hydrogen enrichment of D1 aluminum alloy using the electrolytic method on the plastic flow localization. The study was carried out on the aluminum alloy samples before and after hydrogen addition using the three-electrode electrochemical cell. It is determined that hydrogen influences significantly the mechanical properties and plastic flow curves of the material under the study. The analysis of deformation curves staging showed the existence of the following stages of plastic flow: the stage of linear deformation hardening, the stage of parabolic deformation (Taylor) hardening and the stage of pre-destruction. To determine and visualize the zones of localized deformation, the authors used the method of digital speckle images correlation allowing getting the deformation quantitative characteristics, i.e. defining the displacement vector field in flat sample during the tension and then calculating the plastic distortion tensor components (the local stretching  $\varepsilon_{xx}$ , the shift  $\varepsilon_{xy}$  and the turn  $\omega_z$ ). When using this methodology in the process of sample loading, the images of deformation evolution and the character of its localization in a deformable sample at various stages of deformation hardening in the initial state and after hydrogen-saturation during 100 hours were determined. The information on the regularities of distribution of the fronts of plastic deformation localization within the material under the study is important for the detailed study of the process of aluminum alloys plastic flow. The study of this process allows predicting at the early stages the area of deformation neck formation and determining the place of future material destruction. Using the X-ray spectrographic microanalysis, the authors got the information on the existence of hardening intermetallic particles.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЕФОРМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

© 2016

**О.А. Горленко**, доктор технических наук, профессор, начальник управления качеством образования в вузе  
**Я.А. Вавилин**, старший преподаватель кафедры «Управление качеством, стандартизация и метрология»  
*Брянский государственный технический университет, Брянск (Россия)*

**Ключевые слова:** управление безопасностью машиностроительной продукции; управление качеством в машиностроении; разработка технических регламентов; техническое регулирование.

**Аннотация:** В статье рассмотрены вопросы обеспечения безопасности продукции в условиях реформирования системы технического регулирования в России. В машиностроении актуальной задачей является обеспечение безопасности машиностроительной продукции, что обусловлено требованиями технических регламентов (положениями стандартов или условиями договоров). Проведен анализ публикаций на темы создания систем менеджмента безопасности продукции и услуг, систем менеджмента безопасности продуктов питания с элементами НАССР, систем менеджмента безопасности движения (в области безопасности движения железнодорожного транспорта на ОАО «РЖД»), а также систем менеджмента информационной безопасности и др.

В статье рассмотрены вопросы обеспечения безопасности машиностроительной продукции на основе разработки систем менеджмента ее безопасности, в т. ч. и подсистемы менеджмента качества организации. Разработанная система, с одной стороны, позволяет обеспечить безопасность продукции и услуг, с другой стороны, является важным доказательным материалом при декларировании соответствия продукции и услуг заявленным требованиям безопасности. Проанализированы этапы создания системы менеджмента безопасности продукции, представляющие собой следующую последовательность действий: планирование работ, проектирование системы, внедрение системы, проверка соответствия системы требованиям, определение и выполнение корректирующих действий по результатам анализа системы со стороны руководства.

Приведена разработанная авторами модель системы менеджмента безопасности машиностроительной продукции, а также указаны основные процессы системы менеджмента безопасности машиностроительной продукции: обеспечение безопасности на этапе проектирования, обеспечение безопасности на этапе подготовки производства, обеспечение безопасности на этапе производства.

Принятие Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (с последующими изменениями и дополнениями) кардинально изменило всю систему принятия и применения обязательных требований к продукции и процессам производства [1]. Технические регламенты базируются на научно обоснованных данных и применяются для обеспечения требований по безопасности продукции. При этом достижение производителем требуемого уровня безопасности продукции строится на определенной оценке риска причинения вреда потребителю [2–8].

Целью статьи является разработка модели системы менеджмента безопасности машиностроительной продукции (СМБМП), которая может являться частью подтверждающей документации декларации поставщика о соответствии продукции заявленным требованиям ее безопасности.

В настоящее время прослеживается тенденция к разработке и внедрению в организациях различных систем безопасности. Можно привести следующие примеры.

1. Система безопасности продуктов питания (СМБПП) призвана предупреждать появление в продуктах опасных для здоровья факторов. Неотъемлемым элементом СМБПП является система НАССР [9–13].

2. Система менеджмента безопасности движения (СМБД) создается в целях повышения уровня безопасности движения поездов в ОАО «РЖД», вовлечения в деятельность по обеспечению безопасности движения всех организаций, участвующих в перевозочном процессе, текущем содержании и ремонте объектов инфраструктуры, техническом обслуживании и ремонте под-

вижного состава и других технических средств, а также в целях гармонизации подходов и требований к ней с подходами и требованиями к СМБД зарубежных железных дорог [14; 15].

3. Система менеджмента информационной безопасности (СМИБ) основана на оценивании бизнес-рисков при создании, внедрении, функционировании, мониторинге, анализе, поддержке и улучшении информационной безопасности. Внедрение системы менеджмента информационной безопасности подразумевает разработку и внедрение процедуры, направленной на систематическую идентификацию, анализ и смягчение рисков информационной безопасности, то есть рисков, в результате которых информационные активы (информация в любой форме и любого характера) теряют конфиденциальность, целостность и доступность [16–18].

Данные системы, несомненно, могут послужить прообразами систем менеджмента безопасности машиностроительной продукции.

Модель системы менеджмента безопасности машиностроительной продукции может быть построена на основе известной модели системы менеджмента качества, определенной в международном стандарте ISO 9001:2015 (рис. 1).

На основе анализа информации о возможностях выполнения требований в области безопасности продукции предлагается реестр процессов системы, разделенный на четыре группы: лидерство руководства; основные процессы системы; обеспечение процессов системы; измерение, анализ и улучшение.



Рис. 1. Модель системы менеджмента безопасности продукции

Основные процессы системы менеджмента безопасности машиностроительной продукции:

1. *Обеспечение безопасности на этапе проектирования.* Данный процесс включает:

– Анализ требований нормативных документов. Для формирования единого набора требований к продукции в области ее безопасности формируется экспертная группа, в состав которой входят представители отделов главного конструктора, главного технолога, а также службы качества и безопасности продукции (возможно включение в группу представителей других служб и отделов). Эксперты формируют списки требований из всех технических регламентов, имеющих отношение к данной продукции.

– Анализ опасностей. Анализ опасностей предназначен для обеспечения руководства объективной и своевременной информацией об уровне безопасности выпускаемой продукции. Основными этапами анализа опасностей являются: изучение статистических данных об отказах и рекламациях; изучение технической документации на изделие; определение потенциальных дефектов; сопоставление дефектов и причин; комплексная оценка опасностей. Выявленные в результате анализа несоответствия регистрируются (с указанием корректирующих и/или предупреждающих действий).

– Оценивание риска. Рассмотрим процесс, состоящий из  $n$  последовательно выполняемых операций. При этом  $i$ -я выполняемая операция с вероятностью

$p_i = \frac{N_i^H}{N}$  (где  $N_i^H$  – число изделий с исправимым браком на  $i$ -й операции,  $N$  – программа выпуска) может привести к исправимому браку с затратами на исправ-

ление  $S_{испр\ i}$ ; с вероятностью  $q_i = \frac{N_i^H}{N}$  (где  $N_i^H$  – число изделий с неисправимым браком на  $i$ -й операции) операция может привести к неисправимому браку с затратами  $S_{неиспр\ i}$ ; с вероятностью  $1-p-q$  – может оказаться удачной. Величина риска на  $i$ -й операции находится как  $R_i = p_i \times S_{испр\ i}$  (для исправимого брака),  $R_i = p_i \times S_{неиспр\ i}$  (для неисправимого брака),  $R_i = 0$  (для операций без брака). Если отдельные операции процесса независимы, вероятность выпуска годной продукции  $P_{кач} = (1-q_1) \dots (1-q_n)$ . Исходя из этого, среднее число качественных изделий  $N_{кач} = N P_{кач} = N(1-q_1) \dots (1-q_n)$ .

Предварительная оценка потенциальных рисков, которые могут возникнуть при производстве и эксплуатации машиностроительной продукции, является залогом снижения издержек, связанных с гарантийным обслуживанием и браком (дефекты, найденные на этапе проектирования, в десятки раз проще устранить, нежели те же дефекты, но обнаруженные при производстве).

2. *Обеспечение безопасности на этапе подготовки производства.* Данный процесс включает деятельность по анализу конструкции и технологии выпускаемой продукции и, в свою очередь, подразделяется на два подпроцесса: «Обеспечение безопасности на этапе конструкторской подготовки производства», «Обеспечение безопасности на этапе технологической подготовки производства». Каждый из этих подпроцессов включает: разработку документации (конструкторской и технологической); анализ разработанной документации с учетом требований в области безопасности продукции;

экспертизу и утверждение окончательного варианта документов.

3. *Обеспечение безопасности на этапе производства.* Данный процесс подразделяется на два подпроцесса: «Обязательные производственные мероприятия» и «Устранение несоответствия продукции требованиям по ее безопасности». Процесс «Обязательные производственные мероприятия» состоит из следующих видов деятельности: изучение возможности производства; определение критических контрольных точек; контроль за потенциальными опасностями, которые могут быть внесены в конструкцию на этапе производства. Процесс «Устранение несоответствия продукции требованиям по ее безопасности» включает деятельность по анализу данных о выпуске продукции, разработке и проведению корректирующих мероприятий, анализу нового уровня обеспечения безопасности продукции.

Для оценки уровней совершенствования процессов СМБМП разработана специальная квалиметрическая шкала, которой соответствует 6-балльная числовая шкала (от 1 до 6 баллов): 1–2 (первый уровень), 3–4 (второй уровень), 5–6 (третий уровень). Это позволяет перейти от качественной оценки соответствующих подкритериев к их количественной оценке по 6-балльной числовой шкале [19; 20].

Этапы создания СМБМП:

Этап 1. Планирование работ (Сбор и анализ фактических данных, в том числе и нормативных документов по безопасности продукции. Формирование группы обеспечения безопасности продукции по разработке и внедрению СМБМП. Составление графика работ.)

Этап 2. Проектирование системы (Проведение тренинга по основам менеджмента рисков и возможностей в области безопасности продукции для группы обеспечения безопасности продукции. Документирование системы: реестр процессов системы; документированные процедуры; перечень потенциально опасных факторов; предельно допустимые показатели безопасности; процедуры мониторинга, анализа и улучшений; разработка корректирующих действий, схем и процедур контроля; процедуры записи результатов; план программ обязательных предварительных мероприятий с указанием контрольных критических точек; разработка и утверждение стандарта организации на СМБМП. Итоговый отчет по анализу рисков, включающий обоснования и меры контроля по каждому выявленному опасному фактору.)

Этап 3. Внедрение системы (Реорганизация действующей в организации системы безопасности продукции в соответствии с требованиями стандарта организации по СМБМП. Введение СМБМП в действие.)

Этап 4. Проверка соответствия системы требованиям (Проведение внутренних проверок (аудитов). Анализ со стороны руководства.)

Этап 5. Определение и выполнение корректирующих действий по результатам анализа системы со стороны руководства.

Предложенная система менеджмента безопасности машиностроительной продукции апробирована в ООО «Центр технических средств профилактики и реабилитации инвалидов» (г. Брянск) на примере подъемников для лиц с ограниченными возможностями, на которые распространяются требования технических регламен-

тов «О безопасности машин и оборудования» (ТР ТС 010/2011), «О безопасности низковольтного оборудования» (ТР ТС 004/2011) и «Безопасность лифтов» (ТР ТС 011/2011).

В результате применения системы уровень брака на сборочных операциях снизился в среднем на 87 %, а число рекламаций на выпускаемые изделия – на 15 %.

Результаты исследования могут быть рекомендованы к внедрению на предприятиях, выпускающих различную машиностроительную продукцию, с целью подтверждения возможностей выпуска продукции в соответствии с требованиями технических регламентов (положениями стандартов или условиями договоров).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РФ. О техническом регулировании: федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (в ред. от 28.11.2015).
2. Махутов Н.А., Гаденин М.М. Обеспечение безопасности: проблемы качества и технического регулирования // Стандарты и качество. 2007. № 6. С. 31–36.
3. Версан В.Г., Аронов И.З., Раков А.В. Кризис и актуальные проблемы технического регулирования // Промышленная политика в Российской Федерации. 2009. № 9. С. 19.
4. Версан В.Г. Этапы большого пути: стандартизация, качество, подтверждение соответствия, техническое регулирование // Сертификация. 2015. № 2. С. 2–7.
5. Гарева Ю.Р., Шкаева Н.А., Салимова Д.Ф. Техническое регулирование на территории Таможенного союза // Молодой ученый. 2015. № 3. С. 115–117.
6. Ургант О.В. Беззаконие в техническом регулировании // Контроль качества продукции. 2015. № 5. С. 30–34.
7. Духно Н.А., Васильев Ф.П. Вопросы нормативного регулирования разработки и применения технических регламентов в Российской Федерации // Крымский научный вестник. 2015. № 4-3. С. 38–57.
8. Макаров И.А. Техническое регулирование в Российской Федерации на основе международных правил и норм // Коммерческое право. Научно-практический журнал. 2015. № 1. С. 69–75.
9. Ефремова Е.Н. Система менеджмента безопасности пищевых продуктов – НАССР // Форум. Серия: Гуманитарные и экономические науки. 2014. № 1. С. 19–22.
10. Сацута А.Е. Опыт разработки элементов системы НАССР // Gaudeamus igitur. 2015. № 4. С. 43–46.
11. Тарасова Е.Ю., Петрова Е.И. Система менеджмента безопасности пищевых продуктов на основе принципов НАССР // Наука, образование, производство: сб. ст. междунар. науч.-практ. конференции. Брянск, 2015. С. 75–78.
12. Opatunji O., Odhianndo F. Improving sachet water quality – does Hazard Analysis and critical Control Point apply? // Water and Environment Journal. 2014. № 28. P. 23–30.
13. Wallace C.A., Sperber W.H., Mortimore S.E. Food Safety for the 21st Century: Managing HACCP and Food Safety throughout the Global Supply Chain. UK: Wiley-Blackwell, 2010. 352 p.
14. Скороходов Д.А., Стариченков А.Л. Модель управления безопасностью на железнодорожном транспорте // Наука и транспорт. 2012. № 3. С. 38–41.

15. Замышляев А.М., Ермаков А.О., Новожилов Е.О. Метод управления надежностью и функциональной безопасностью объектов железнодорожного транспорта на основе оценки рисков // *Надежность*. 2012. № 4. С. 149–157.
16. Скиба В.Ю., Курбатов В.А. Руководство по защите от внутренних угроз информационной безопасности. СПб.: Питер, 2008. 320 с.
17. Корнеев И.Р., Беляев А.В. Информационная безопасность предприятия. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 752 с.
18. Райкова Н.О. Новейшие требования к системам менеджмента информационной безопасности // *Молодежный научно-технический вестник*. 2015. № 4. С. 32.
19. Горленко О.А., Вавилин Я.А. Система менеджмента безопасности машиностроительной продукции // *Вестник Брянского государственного технического университета*. 2013. № 3. С. 161–166.
20. Вавилин Я.А., Горленко О.А. Повышение качества машиностроительной продукции на основе обеспечения показателей ее безопасности // *Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П.А. Соловьева*. 2015. № 1. С. 112–118.
8. Makarov A.I. Technical regulation in the Russian Federation based on international codes and standards. *Kommercheskoe pravo. Nauchno-prakticheskiy zhurnal*, 2015, no. 1, pp. 69–75.
9. Efremova E.N. Food safety management system – HACCP. *Forum. Seriya: Gumanitarnye i ekonomicheskie nauki*, 2014, no. 1, pp. 19–22.
10. Satsuta A.E. Introduction of HACCP system at the Russian enterprises. *Gaudeamus igitur*, 2015, no. 4, pp. 43–46.
11. Tarasova E.Yu., Petrova E.I. Food safety management system based on HACCP principles. *Sbornik statey mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Nauka, obrazovanie, proizvodstvo"*. Bryansk, 2015, pp. 75–78.
12. Opatunji O., Odhiando F. Improving sachet water quality – does Hazard Analysis and critical Control Point apply?. *Water and Environment Journal*, 2014, no. 28, pp. 23–30.
13. Wallace C.A., Sperber W.H., Mortimore S.E. *Food Safety for the 21st Century: Managing HACCP and Food Safety throughout the Global Supply Chain*. UK, Wiley-Blackwell, 2010. 352 p.
14. Skorokhodov D.A., Starichenkov A.L. Model of rail safety management. *Nauka i transport*, 2012, no. 3, pp. 38–41.
15. Zamyshlyayev A.M., Ermakov A.O., Novozhilov E.O. Method of control of reliability and functional safety of rail transport facilities based on the risks evaluation. *Nadezhnost'*, 2012, no. 4, pp. 149–157.
16. Skiba V.Yu., Kurbatov V.A. *Rukovodstvo po zashchite ot vnutrennikh ugroz informatsionnoy bezopasnosti* [Guidance on protection from internal threat for information security]. St. Petersburg, Piter Publ., 2008. 320 p.
17. Korneev I.R., Belyaev A.V. *Informatsionnaya bezopasnost' predpriyatiya* [Enterprise IT security]. St. Petersburg, BKhV-Peterburg Publ., 2003. 752 p.
18. Raykova N.O. The newest requirements to the systems of information security management. *Molodezhniy nauchno-tekhnicheskii vestnik*, 2015, no. 4, p. 32.
19. Gorlenko O.A., Vavilin Ya.A. Safety management system of machine building enterprises. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2013, no. 3, pp. 161–166.
20. Vavilin Ya.A., Gorlenko O.A. Enhancement of engineering production quality on the basis of safety parameters provision. *Vestnik Rybinskoy gosudarstvennoy aviatsionnoy tekhnologicheskoy akademii im. P.A. Solovyeva*, 2015, no. 1, pp. 112–118.

#### REFERENCES

1. RF. Federal Law “On technical regulation” of December 27, 2002 no. 184-FZ (as amended of November 28, 2015). (In Russian).
2. Makhutov N.A., Gadenin M.M. Safety provision: issues of quality and technical regulation. *Standarty i kachestvo*, 2007, no. 6, pp. 31–36.
3. Versan V.G., Aronov I.Z., Rakov A.V. Crisis and actual issues of technical regulation. *Promyshlennaya politika v Rossiyskoy Federatsii*, 2009, no. 9, p. 19.
4. Versan V.G. Timeline of achievement: standardization, quality, conformity validation, technical regulation. *Sertifikatsiya*, 2015, no. 2, pp. 2–7.
5. Gareeva Yu.R., Shkaeva N.A., Salimova D.F. Technical regulation within the territory of the Customs Union. *Molodoy ucheniy*, 2015, no. 3, pp. 115–117.
6. Urgant O.V. Lawlessness in technical regulation. *Kontrol' kachestva produktsii*, 2015, no. 5, pp. 30–34.
7. Duhno N., Vasiliev F. Issues of legislation regulatory in development and application of technical regulations in the Russian Federation. *Krymskiy nauchniy vestnik*, 2015, no. 4-3, pp. 38–57.

**SAFETY CONTROL OF MACHINE BUILDING PRODUCTION IN THE CONTEXT  
OF TECHNICAL REGULATION REFORM**

© 2016

*O.A. Gorlenko*, Doctor of Sciences (Engineering), Professor,  
Head of department of quality of education in higher education institution  
*Ya.A. Vavilin*, senior lecturer of Chair “Quality Management, Standardization and Metrology”  
*Bryansk State Technical University, Bryansk (Russia)*

*Keywords:* safety; quality; technical regulations; machine-building production.

*Abstract:* The paper considers the issues of production safety control in the context of reforming of the technical regulation system in Russia. In machine building, safety control of machine building products is a critical task, which is caused by the requirements of technical regulations (provisions of standards or conditions of contracts. The authors carried out the analysis of literature on the development of systems of the products and services safety management, systems of the food products safety management with the HACCP elements, systems of traffic safety management (in the sphere of rail transport traffic safety at the Joint Stock Company “Russian Railways”), as well as the systems of information security management.

The paper considers the issues of machine building products safety control based on the development of systems of its safety management including the subsystems of organization quality management. The developed system allows, on one side, ensuring products and services safety, and on the other side, is the important evidential material when declaring the compliance of the products and services with the specified safety requirements. The authors analyzed the steps of development of the products safety management system, which are the following sequence of actions: scheduling, system designing, system implementation, system qualification process, determination and implementation of corrective actions according to the results of the system analysis by the top management.

The authors present the developed model of the machine building products safety management system, as well as identify the main processes of the system of machine building products safety management: safety control at the stage of designing, safety control at the stage of pre-production, safety control at the stage of production.

## ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ КАТОДА НА ЭВОЛЮЦИЮ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ КРИСТАЛЛОВ, ФОРМИРУЮЩИХСЯ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ МЕДИ

© 2016

*А.М. Грызунов*, аспирант кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**Ключевые слова:** активация катода; морфология поверхности; электрокристаллизация меди; эволюция поверхности.

**Аннотация:** Развитие современных технологических процессов производства химических веществ и очистки сточных вод от токсичных загрязнений требует создания новых металлических материалов, обладающих заданными физико-химическими свойствами. Особый акцент при разработке таких функциональных материалов делается на увеличении их удельной поверхности и числа активных центров катализа. Также существует необходимость повышения активности неблагородных металлов за счет изменения морфологии их поверхности, создания высокой концентрации определенного типа дефектных структур, которые являются активными центрами катализа.

В данной работе для создания дефектных структур меди использовался метод электроосаждения с механической активацией катода и растущих на нем кристаллов абразивными частицами. Для прогнозирования возможностей предлагаемого метода необходимы детальные исследования процессов образования и эволюции дефектных структур во время электрокристаллизации меди, чему и посвящена данная работа.

В статье изложены результаты исследования влияния механической активации катода-микросетки абразивными частицами на особенности эволюции морфологии поверхности медных кристаллов, растущих в процессе их электрокристаллизации. В работе приведены результаты электроосаждения без механической активации и с ней при одинаковых технологических параметрах. Показано, что именно механическая активация катода на начальных этапах процесса электрокристаллизации существенно влияет на морфологию медной поверхности и стимулирует образование и рост сравнительно крупных кристаллов в виде конусов, пентагональных пирамид и конусов с развитой поверхностью.

Проведенные исследования показали, что механическая активация на начальном этапе электроосаждения позволяет создавать развитую поверхность меди. Предварительные испытания выявили высокую эффективность такого материала с развитой поверхностью в качестве катализатора для доочистки сточных вод от токсических примесей.

### ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной работы связана с большим научным интересом и широкими технологическими возможностями применения металлических функциональных материалов и частиц с развитой поверхностью. Такие материалы используются для увеличения емкости планарных конденсаторов, изготовления электродов для химических источников тока, создания катализаторов, фильтрующих и сорбирующих элементов.

Анализ научной литературы показал, что увеличение удельной поверхности материалов добиваются разнообразными трудоемкими способами [1–12]. Однако практически все они являются многостадийными, технологически сложными [3; 5; 6; 12] и энергозатратными, требуют наукоемкого и порой дорогостоящего оборудования. В работах [13–17] предложены механизмы роста медных кристаллов с пентагональной симметрией, которые, по мнению авторов [8; 13; 14], обладают большой запасенной упругой энергией, поэтому в работах [4; 11] предлагается у таких пентагональных частиц и кристаллов создавать развитую поверхность методом термообработки в кислородосодержащей среде.

Ранее в работах [18–22] было показано, что методом механоактивации медных кристаллов, формирующихся в процессе электроосаждения и последующей их термообработки, можно увеличить удельную поверхность медного покрытия в десятки раз. Там же говорится, что, изменяя технологические условия (продолжительность процесса, скорость и время перемешивания электроли-

та), можно существенно менять морфологию поверхности электролитической меди, создавать развитую поверхность слоев и покрытий на металлическом носителе.

Однако этих данных недостаточно для прогнозирования возможностей предлагаемого метода создания развитой поверхности. Поэтому в настоящей работе изложены результаты исследования влияния механической активации катода-микросетки абразивными частицами на особенности эволюции морфологии поверхности медных кристаллов, растущих в процессе электрокристаллизации.

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для получения электроосажденных микрокристаллов меди использовался обычный сернокислый электролит меднения, приготовленный на бидистиллате из химически чистых компонентов и содержащий 250 г/л  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и 90 г/л  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Электроосаждение осуществлялось в трехэлектродной ячейке с помощью потенциостата-гальваностата «Эллинс», в потенциостатическом режиме при значении перенапряжения на катоде 160 мВ, времени осаждения от 1 до 1200 секунд и температуре электролита 20–25 °С. Анод был изготовлен из электролитически чистой меди (99,99 %). В качестве катода и одновременно подложки применялся сетчатый носитель, представляющий собой микросетку из нержавеющей стали марки 12X18H10 с размером ячеек 70 мкм и толщиной проволоки 55 мкм.

Для проведения механической активации (механоактивации) катода в перемешиваемый электролит добавлялись абразивные, инертные к электролиту микрочастицы размером 15–25 мкм. В качестве активатора применялся порошок из микрочастиц оксида алюминия, оксида кремния, которые предварительно обезжиривались, промывались и просушивались.

На основе результатов исследований, описанных в работе [6], концентрация активатора была выбрана порядка 2,5 % от объема электролита. Активация катода движущимися абразивными частицами осуществлялась только на начальных этапах электрокристаллизации, то есть при образовании зародышей и формировании из них кристаллов. Перемешивание электролита с частицами активатора осуществлялось при помощи вращающегося якоря в магнитном поле магнитной мешалки ПЭ-6110М.

Исследование особенностей морфологии поверхности кристаллов и покрытий из них на носителях разной природы проводилось с использованием сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) Carl Zeiss Sigma и JEOL JCM 6000.

Для исследования эволюции морфологии поверхности кристаллов меди, растущих при электрокристаллизации с механической активацией катода, была проведена серия экспериментов, в которой электроосаждение осуществлялось на микросетку из нержавеющей стали, предварительно обработанную в спирте, ультразвуке и дистиллированной воде, при варьировании времени осаждения с шагом в 5 секунд. Прочие условия электроосаждения (перенапряжение, рН электролита, кон-

центрация активатора, температура электролита) были одинаковы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Микроскопические исследования микросеток из нержавеющей стали с осажденными на них кристаллами меди показали, что на начальной стадии осаждения (по истечении 20 секунд от начала электрокристаллизации) на поверхности формируются отдельные сферические частицы (рис. 1 а, 1 б), локализация которых связана с особенностями поверхности сетки-катода (различными дефектами поверхности и местами перекрестья нитей сетки). Разброс по размерам кристаллов меди очень большой – от 300 нм до 1,4 мкм (рис. 1 б). По истечении 30 секунд осаждения размеры кристаллов увеличиваются, наблюдается начало образования сплошного покрытия (рис. 1 в), и при достижении размера кристаллов от 1,0 мкм и выше они начинают приобретать огранку (рис. 1 г).

По истечении 60 секунд после начала осаждения размеры медных кристаллов достигают 2,7–3,7 мкм, и на них начинают интенсивно формироваться конусы (рис. 2). Вероятно, это может быть обусловлено наличием в кристаллах дефектов, которые способствуют преимущественному росту кристалла в одном из кристаллографических направлений. СЭМ-изображения поверхности таких конусов (рис. 2 б, 2 в), показали, что они на данном этапе электрокристаллизации имеют гладкие боковые грани.

Таким образом, уже на этом этапе электрокристаллизации можно говорить о начале интенсивного формирования конусообразных кристаллов (рис. 2).

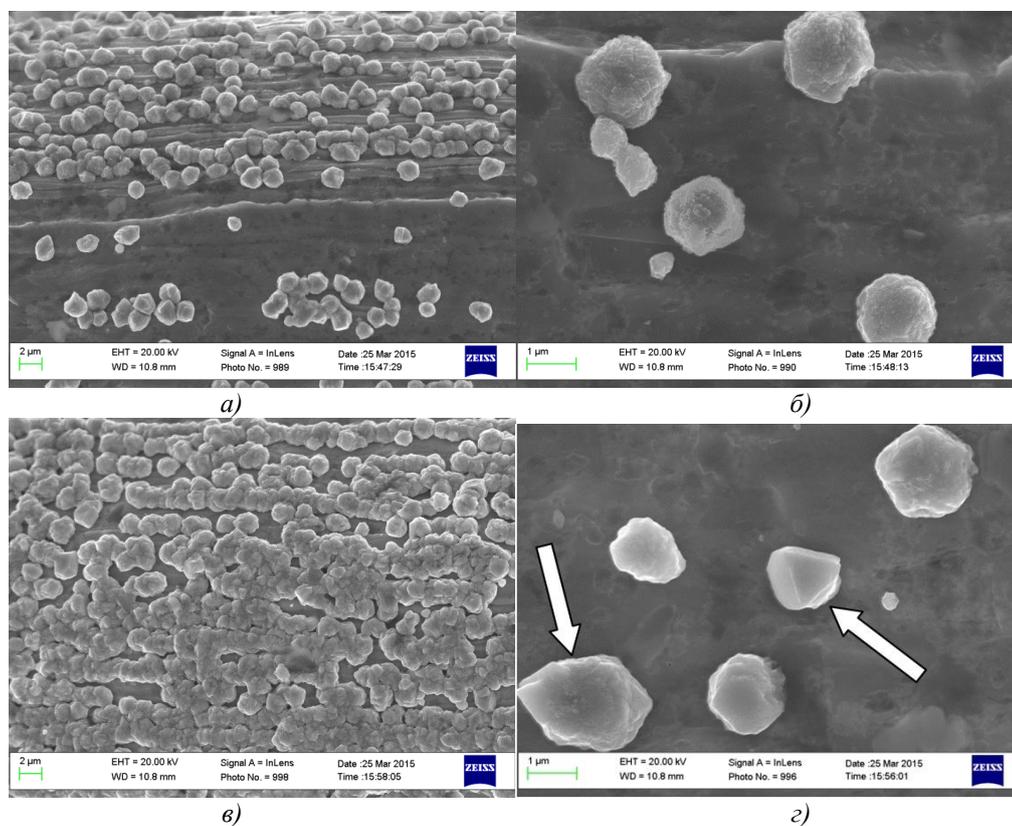
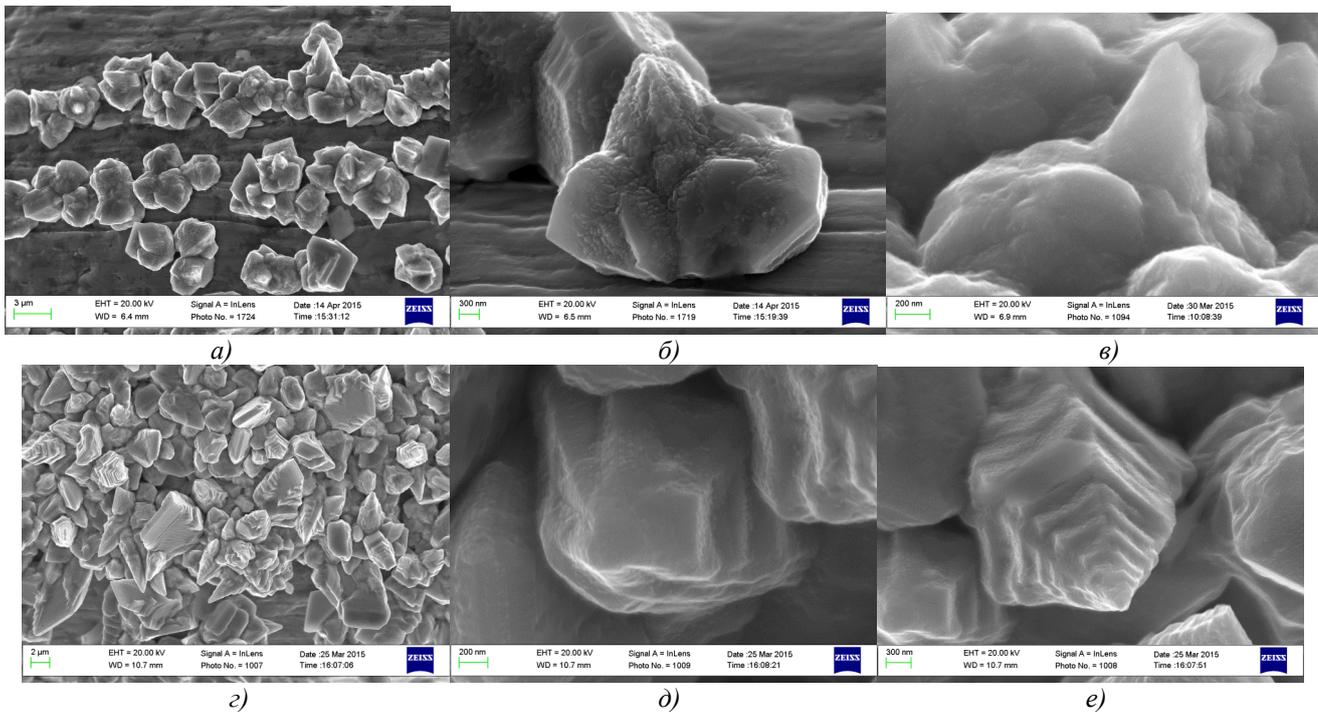


Рис. 1. СЭМ-изображение поверхности нержавеющей сетки с медными кристаллами: а, б) через 20 секунд после начала электроосаждения; в, г) через 30 секунд после начала электроосаждения



**Рис. 2.** СЭМ-изображения поверхности сетки из нержавеющей стали с медными кристаллами: а, б, в) через 60 секунд после начала электроосаждения; г, д, е) через 120 секунд от начала осаждения

Следующие 30 секунд электроосаждения существенных изменений в морфологию медных кристаллов не вносят, за исключением более интенсивного начала формирования конусов.

Интересен тот экспериментальный факт, что за 90 секунд электроосаждения на поверхности микросетки из нержавеющей стали успевают сформироваться только два типа медных микрообъектов в покрытии: микрокристаллы, преимущественно имеющие сферическую форму, и микрокристаллы с конусами на их поверхности.

Экспериментально обнаружено, что через 120 секунд осаждения начинают формироваться пентагональные пирамиды с высокими ступенями роста (рис. 2 г, 2 д, 2 е), и конусы с иерархической слоистой поверхностью. Поэтому можно предположить, что это время начала формирования ступеней роста пентагональных пирамид.

В следующий период осаждения (120–150 секунд) размеры частиц-кристаллов в диаметре существенно не меняются, но при этом начинается интенсивный рост кристаллов и более интенсивное формирование ступеней роста. Увеличение времени осаждения (до 180 секунд) приводит к дальнейшему росту кристаллов приблизительно от 3 до 5 мкм, которые в процессе роста постепенно «охватывают» всю микросетку-катод (рис. 2 г, 2 д, 2 е). По мере увеличения времени осаждения новые центры кристаллизации появляются не только на поверхности сетчатого носителя, но и на уже сформировавшейся дефектной поверхности кристаллов.

Экспериментально обнаружено (рис. 3), что по истечении 180 секунд осаждения основные особенности морфологии кристаллов в покрытии сформировались, и дальнейшее осаждение приводит только к увеличению их размеров, появлению четкой огранки кристаллов, формированию ступеней роста и образованию пи-

рамид, а также к увеличению толщины медного покрытия, состоящего из конусов, пирамид и других дефектных кристаллов.

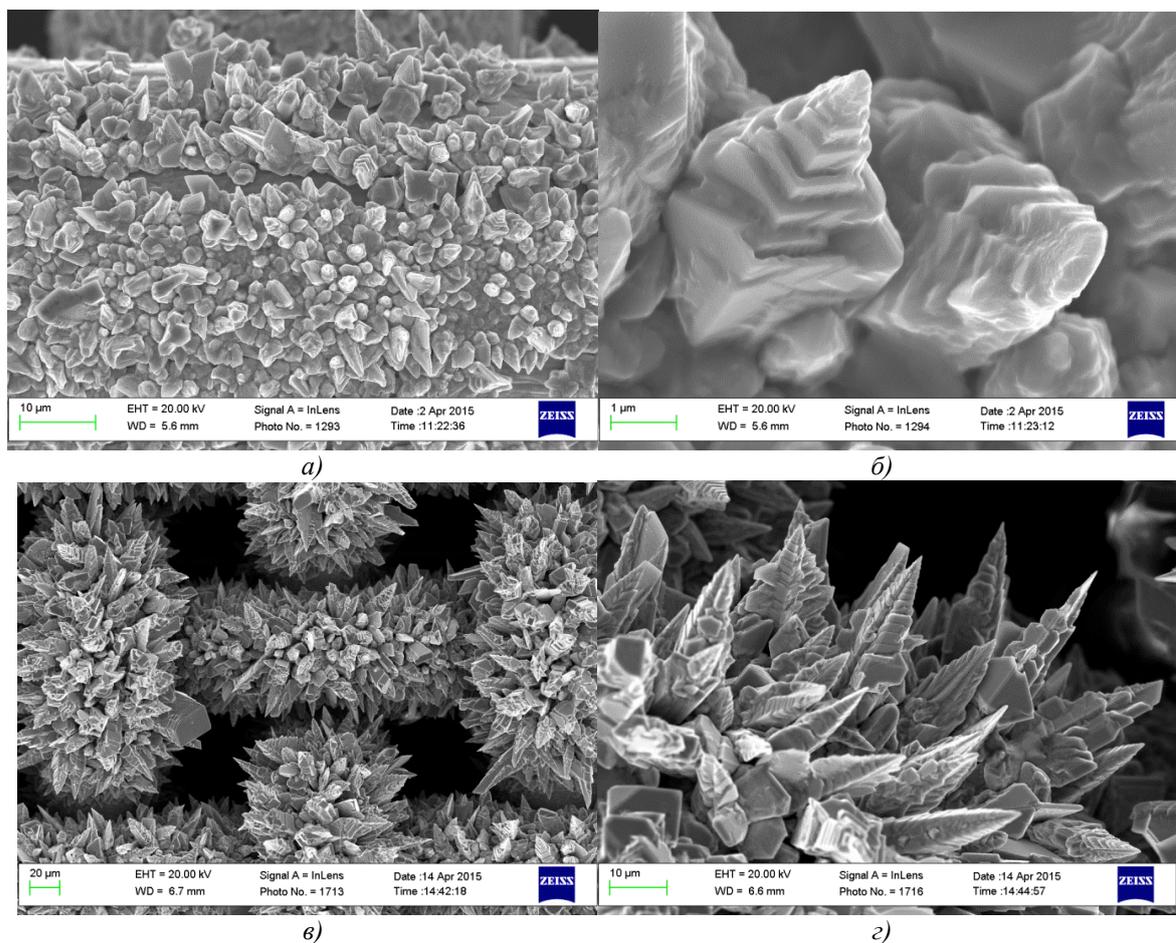
Таким образом, из проведенных экспериментов можно сделать вывод, что существенное изменение морфологии медных кристаллов на сетке из нержавеющей стали происходит в течение 180 секунд от начала осаждения.

На рис. 3 в, 3 г показана развитая поверхность медного покрытия, которая сформировалась через 900 секунд от начала осаждения. Для увеличения массовой доли меди в образце можно увеличить время электроосаждения до 1200 секунд. Однако дальнейшее увеличение времени осаждения нецелесообразно, так как требует расхода электроэнергии и электролита, но не приводит к увеличению удельной поверхности покрытия.

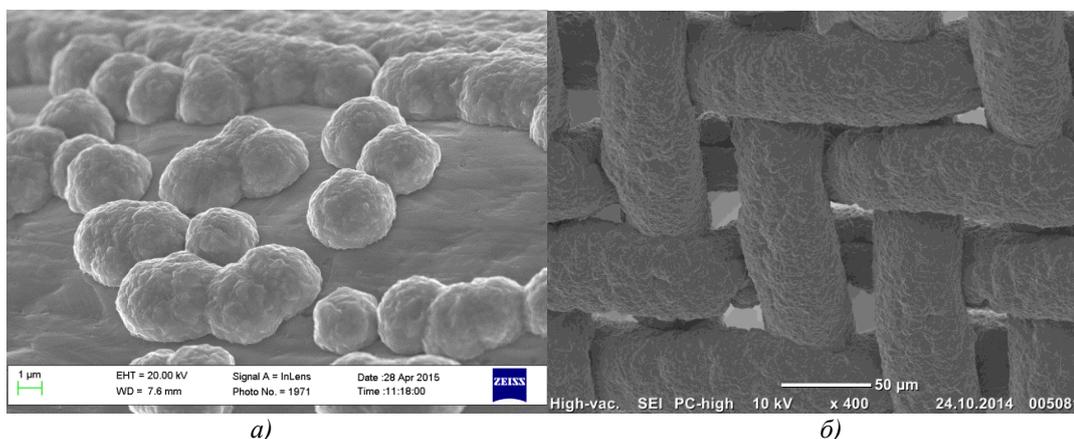
Для подтверждения факта влияния механической активации катода и растущих на нем медных кристаллов на особенности морфологии их поверхности были проведены дополнительные исследования эволюции морфологии поверхности медных кристаллов, растущих при тех же режимах осаждения, но уже в отсутствие механической активации катода.

Исследования показали, что ни после 120–150 секунд от начала осаждения без механоактивации, ни после окончания всего периода осаждения на поверхности катода не формируются пентагональные пирамиды с высокими ступенями роста и конусообразные кристаллы с развитой поверхностью. Все медные кристаллы в этом случае не имеют четко выраженной огранки, анизотропии роста и имеют сферическую форму (рис. 4 а).

Электронно-микроскопические исследования морфологии поверхности медных покрытий, полученных через 900 секунд осаждения (рис. 4 б), показали, что она существенно отличается от морфологии поверхности



**Рис. 3.** СЭМ-изображения поверхности нержавеющей сетки с медными кристаллами:  
 а, б) через 180 секунд после начала электроосаждения;  
 в) через 900 секунд осаждения; г) через 1200 секунд осаждения



**Рис. 4.** СЭМ-изображения поверхности нержавеющей микросетки с медными кристаллами,  
 полученными без применения механоактивации катода:  
 а) через 180 секунд после начала электроосаждения; б) через 900 секунд осаждения

электроосажденной меди, полученной при тех же режимах, но с применением механоактивации катода (рис. 3 в).

Таким образом, можно утверждать, что именно применение механической активации на начальных этапах электрокристаллизации меди является причиной образования особенностей морфологии поверхности электроосажденных микрокристаллов.

## ВЫВОДЫ

Исследования эволюции морфологии поверхности медных кристаллов в процессе электрокристаллизации с механической активацией катода в виде микросеток из нержавеющей стали позволили сделать следующие выводы:

– механическая активация кристаллов, растущих на катоде на начальных стадиях электрокристаллизации

меди, абразивными инертными частицами, движущимися в электролите, существенно влияет на формирующуюся морфологию поверхности покрытия;

– механическая активация на начальных этапах процесса электрокристаллизации стимулирует образование и рост сравнительно крупных кристаллов в виде конусов, пентагональных пирамид и конусов с развитой поверхностью;

– варьируя технологические режимы электроосаждения, можно менять удельную поверхность медных покрытий на сетчатом носителе на порядок.

Предварительные испытания показали высокую эффективность такого материала с развитой поверхностью в качестве катализатора для доочистки сточных вод от токсических примесей.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-02-00517 а.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сабанов В.Х., Дзараева Л.Б. Способ получения оксида магния с развитой удельной поверхностью : патент РФ № 2438976, заяв. № 2010126415/05, 10.01.2012.
2. Морозов М.В., Гильмутдинов А.Х. Способ получения никелевой волоконной электродной основы с развитой поверхностью волокон для химических источников тока и полученная этим способом никелевая волоконная основа электрода : патент РФ № 2475896, заяв. № 2011118218/07, 05.05.2011.
3. Викарчук А.А., Грызунова Н.Н., Дорогов М.В. Комбинированная методика получения нанопористого материала на основе металла // *Материаловедение*. 2011. № 8. С. 48–51.
4. Ясников И.С., Викарчук А.А. Альтернативная методика вскрытия полостей в икосаэдрических малых металлических частицах электролитического происхождения // *Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 2007. Т. 86. № 9. С. 699–701.
5. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Шафеев М.Р., Романов А.Е. Морфологические и фазовые превращения в никелевых покрытиях на нержавеющей стали в температурных полях // *Materials Physics and Mechanics*. 2014. Т. 21. № 2. С. 119–125.
6. Gryzunova N.N., Denisova A.G., Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Preparation of Materials with a Developed Surface by Thermal Treatment and Chemical Etching of Electrodeposited Icosahedral Small Copper Particles // *Russian Journal of Electrochemistry*. 2015. Vol. 51. № 12. P. 1176–1179.
7. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Шафеев М.Р., Грызунов А.М. Создание развитой поверхности сетчатого металлического носителя из нержавеющей стали // *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. 2014. № 4. С. 25–29.
8. Викарчук А.А., Романов А.Е. Физические основы получения принципиально новых нанокатализаторов на основе меди // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2014. № 11. С. 87–98.
9. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Шафеев М.Р. Создание развитой поверхности у сетчатого металлического носителя // *Письма о материалах*. 2015. Т. 5. № 2. С. 211–214.
10. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А. К вопросу об увеличении удельной поверхности металлических катализаторов и носителей для них // *Новости материаловедения. Наука и техника*. 2015. № 1. С. 6–11.
11. Викарчук А.А., Власенкова Е.Ю., Грызунова Н.Н. Получение металлических нанообъектов методом термической обработки пентагональных частиц и трубок // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2008. № S6. С. 44–49.
12. Грызунова Н.Н. Изменение морфологии поверхности и фазового состава металлического носителя // *Научный альманах*. 2015. № 6. С. 113–119.
13. Викарчук А.А., Воленко А.П., Гамбург Ю.Д., Бондаренко С.А. О дисклинационной природе пентагональных кристаллов, формирующихся при электрокристаллизации меди // *Электрохимия*. 2004. Т. 40. № 2. С. 207–214.
14. Викарчук А.А., Грызунова Н.Н., Денисова Д.А., Довженко О.А., Тюрков М.Н., Цыбускина И.И., Ясников И.С. Новые металлические функциональные материалы, состоящие из пентагональных частиц, кристаллов и трубок. Ч. I. Механизмы образования и особенности строения пентагональных частиц и кристаллов // *Журнал функциональных материалов*. 2008. № 5. С. 163–174.
15. Викарчук А.А., Грызунова Н.Н. Спирально-дисклинационный механизм формирования нитевидных пентагональных кристаллов в процессе электрокристаллизации // *Материаловедение*. 2008. № 6. С. 7–12.
16. Викарчук А.А., Грызунова Н.Н. Механизм формирования микротрубок в процессе электроосаждения из пентагональных стержней // *Материаловедение*. 2009. № 5. С. 28–31.
17. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А. Особенности формирования нитевидных пентагональных кристаллов на дефектах подложки, имеющих дисклинационную природу // *Вектор науки Тольяттинского государственного университета*. 2009. № 4. С. 9–13.
18. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Тюрков М.Н. Получение и исследование электролитических материалов с энергоемкой дефектной структурой и развитой поверхностью // *Деформация и разрушение материалов*. 2016. № 2. С. 13–19.
19. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Бекин В.В., Романов А.Е. Создание развитой поверхности медных электролитических покрытий методом механоактивации катода и последующей термообработки // *Известия Российской академии наук. Серия физическая*. 2015. Т. 79. № 9. С. 1238–1242.
20. Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Bekin V.V., Romanov A.E. Creating a developed surface of copper electrolytic coatings via mechanical activation of the cathode with subsequent thermal treatment // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*. 2015. Vol. 79. № 9. С. 1093–1097.
21. Викарчук А.А., Грызунова Н.Н., Дорогов М.В., Приезжева А.Н., Романов А.Е. Функциональные металлические материалы с фрагментированной структурой и развитой поверхностью // *Металловедение и термическая обработка металлов*. 2016. № 1. С. 16–21.

22. Мальцев А.В., Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Грызунов А.М. Создание развитой поверхности меди методом механоактивации // Фазовые превращения и прочность кристаллов: сб. тезисов VIII Междунар. конференции. М., 2014. С. 113.

#### REFERENCES

- Sabanov V.Kh., Dzaraeva L.B. *Sposob polucheniya oksida magniya s razvitoj udelnoy poverkhnostyu* [Method of producing magnesium oxide with evolved specific surface]. Patent RF no. 2438976, 2012.
- Morozov M.V., Gilmutdinov A.Kh. *Sposob polucheniya nikel'noy volokonnoy elektrodnoy osnovy s razvitoj poverkhnostyu volokon dlya khimicheskikh istochnikov toka i poluchennaya etim sposobom nikel'evaya volokonnaya osnova elektroda* [Method of producing nickel fiber electrode base with evolved surface of fibers for chemical current supplies and produced by this method nickel fiber base of electrode]. Patent RF no. 2475896, 2011.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N., Dorogov M.V. Complex technique of production of metal-based nanoporous material. *Materialovedenie*, 2011, no. 8, pp. 48–51.
- Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Alternative method of the opening of cavities in small icosahedral electrolytic-metal particles. *Journal of experimental and theoretical physics letters (JETP Letters)*, 2007, vol. 86, no. 9, pp. 612–614.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Shafeev M.R., Romanov A.E. Morphological and phase transformations in nickel coatings on stainless steel in temperature fields. *Materials Physics and Mechanics*, 2014, vol. 21, no. 2, pp. 119–125.
- Gryzunova N.N., Denisova A.G., Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Preparation of Materials with a Developed Surface by Thermal Treatment and Chemical Etching of Electrodeposited Icosahedral Small Copper Particles. *Russian Journal of Electrochemistry*, 2015, vol. 51, no. 12, pp. 1176–1179.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Shafeev M.R., Gryzunov A.M. Creation of the developed surface of mesh metal carriers made of stainless steel. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 4, pp. 25–29.
- Vikarchuk A.A., Romanov A.E. Principal physics of getting fundamentally new cuprum-based catalysts. *Fundamentalnye problemy sovremennogo materialovedeniya*, 2014, no. 11, pp. 87–98.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Shafeev M.R. Creating high surface in the metal mesh carrier. *Pisma o materialakh*, 2015, vol. 5, no. 2, pp. 211–214.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A. On the extend of specific surface of metal catalysts and carriers for them. *Novosti materialovedeniya. Nauka i tekhnika*, 2015, no. 1, pp. 6–11.
- Vikarchuk A.A., Vlasenkova E.Yu., Gryzunova N.N. Fabrication of nanosized metallic objects by thermal processing of pentagonal particles and nanotubes. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2008, no. S6, pp. 44–49.
- Gryzunova N.N. The change of morphology surfaces and phase composition of the metal carrier. *Nauchnyi almanakh*, 2015, no. 6, pp. 113–119.
- Vikarchuk A.A., Volenko A.P., Bondarenko S.A., Gamburg Yu.D. Disclination nature of pentagonal crystals that form during copper electrocrystallization. *Russian journal of electrochemistry*, 2004, vol. 40, no. 2, pp. 180–187.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N., Denisova D.A., Dovzhenko O.A., Tyurkov M.N., Tsybuskina I.I., Yasnikov I.S. New metal functional materials consisting of pentagonal particles, crystals and tubes. P. 1. Mechanisms of formation and peculiarities of the structure of pentagonal particles and crystals. *Zhurnal funktsionalnykh materialov*, 2008, no. 5, pp. 163–174.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N. Spiral-disc lination mechanism of forming the filamentary pentagonal crystals in process of electrocrystallization of metals. *Materialovedenie*, 2008, no. 6, pp. 7–12.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N. Mechanism of formation of pentagonal microtubes from rods during electrodeposition. *Materialovedenie*, 2009, no. 5, pp. 28–31.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A. Features of formation threadlike pentagonal crystals on the defects of the substrate having disclination the nature. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, no. 4, pp. 9–13.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Tyurkov M.N. Production and investigation of electrolytic energy-intensive materials with defect structure and developed surface. *Deformatsiya i razrushenie materialov*, 2016, no. 2, pp. 13–19.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Bekin V.V., Romanov A.E. Creating a developed surface of copper electrolytic coatings via mechanical activation of the cathode with subsequent thermal treatment. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya fizicheskaya*, 2015, vol. 79, no. 9, pp. 1238–1242.
- Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Bekin V.V., Romanov A.E. Creating a developed surface of copper electrolytic coatings via mechanical activation of the cathode with subsequent thermal treatment. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*, 2015, vol. 79, no. 9, pp. 1093–1097.
- Vikarchuk A.A., Gryzunova N.N., Dorogov M.V., Priezheva A.N., Romanov A.E. Functional metallic materials with fragmented structure and developed surface. *Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metallov*, 2016, no. 1, pp. 16–21.
- Maltsev A.V., Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Gryzunov A.M. Creation of evolved surface of cuprum by means of mechanical activation method. *Sbornik tezisov VIII mezhdunarodnoy konferentsii "Fazovye prevrashcheniya i prochnost' kristallov"*. Moscow, 2014, p. 113.

**THE INFLUENCE OF CATHODE ACTIVATION ON THE EVOLUTION  
OF THE SURFACE MORPHOLOGY OF CRYSTALS FORMED IN THE PROCESS  
OF ELECTROCHEMICAL CRYSTALLIZATION OF CUPRUM**

© 2016

*A.M. Gryzunov*, postgraduate student of Chair “Nanotechnologies, material engineering and mechanics”  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*Keywords:* cathode activation; surface morphology; electrochemical crystallization of cuprum; surface evolution.

*Abstract:* The development of modern technological processes of chemical materials production and wastewater purification from toxic contaminants requires the creation of new metal materials having specified physical and chemical properties. Within the development of such functional materials, special emphasis is laid on the extension of their specific surface and the number of active centers of catalysis. There is also the necessity of raise of nonprecious metals activity by means of their surface morphology change and the creation of the high concentration of the specific type of defect structures that are the active centers of catalysis.

During the study, for the creation of cuprum defect structures, the author used the method of electrodeposition with the mechanical activation of the cathode and growing on it crystals with abrasive particles. To forecast the possibilities of suggested method, the detailed study of the processes of defect structures producing and evolution during the electrochemical crystallization of cuprum is necessary. The paper covers this study.

The paper presents the results of the study of the influence of cathode-micronet mechanical activation with the abrasive particles on the peculiarities of the evolution of surface morphology of cuprum crystals growing in the process of their electrochemical crystallization. The paper gives the results of electro-deposition with and without mechanical activation with the same technological parameters. It is shown that the cathode mechanical activation itself at the initial stages of the electrochemical crystallization process affects significantly the morphology of cuprum surface and stimulates the formation and the growth of larger crystals in the form of cones, pentagonal pyramids, and cones with developed surface.

The study showed that the mechanical activation at the initial stage of electrodeposition allows the creation of developed surface of cuprum. The preliminary test revealed high efficiency of such material with the developed surface as the catalyst for the wastewater aftertreatment from toxic substances.

## МЕДЬ-ЦИНКОВОЕ ПОКРЫТИЕ С ВЫСОКОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ, ПОЛУЧЕННОЕ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ МЕТАЛЛА

© 2016

*А.Г. Денисова*, аспирант кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**Ключевые слова:** электроосаждение; медь-цинковое покрытие; удельная поверхность; развитая поверхность; многокомпонентное покрытие.

**Аннотация:** Повышение эффективности химических, нефтехимических производств, а также решение экологических проблем невозможно без разработки новых технологий и материалов. Все это напрямую связано с внедрением новых катализаторов. Для каждой химической реакции требуются свои катализаторы. В последнее время в качестве перспективных выделяют целенометаллические катализаторы с многокомпонентным составом, которые обладают механической прочностью и высокой теплопроводностью, однако в ряде случаев – низкой удельной поверхностью. Поэтому актуальной задачей является создание нанесенного на металлическую микросетку многокомпонентного материала с высокой удельной поверхностью, который в будущем мог бы быть использован в качестве перспективного катализатора.

В отличие от способов получения многокомпонентных материалов и способов создания развитой поверхности металлооксидных покрытий, представленных в обзоре статьи, данная работа посвящена получению на металлической микросетке покрытия с развитой поверхностью, состоящего из наноразмерных частиц меди и цинка. В статью предлагается создавать двухкомпонентное (медь-цинковое) покрытие с высокой удельной поверхностью методом электроосаждения из комплексного электролита. В ходе работы были проведены две серии экспериментов. В первой серии электроосаждение проводилось в стационарном слое комплексного медь-цинкового электролита, во второй серии экспериментов электроосаждение осуществлялось в том же электролите, при аналогичных параметрах осаждения, но с перемешиванием электролита на различных этапах электролиза.

В каждой серии экспериментов были определены технологические режимы получения покрытия, его состав и удельная поверхность. Показано, что при разных технологических режимах осаждения (с перемешиванием электролита и без него) можно менять концентрацию цинка в покрытии и его удельную поверхность. Проведенные исследования позволили сделать выводы о наиболее оптимальных технологических условиях электроосаждения с целью получения определенной концентрации меди и цинка в покрытии. Предварительные эксперименты показали, что такое медь-цинковое покрытие может быть использовано для доочистки сточных вод от этиленгликоля.

### ВВЕДЕНИЕ

Катализаторы играют большую роль при получении различных продуктов химического и нефтеперерабатывающего комплекса, а также для каталитических методов очистки воды и воздуха [1; 2]. Однако применение этих методов ограничено трудностями поиска изготовления катализаторов, которые бы удовлетворяли предъявляемым к ним требованиям. Зачастую катализаторы содержат несколько компонентов, и в их состав входят дорогостоящие металлы, такие как платина, палладий и др. [2; 3]. На сегодняшний день основная масса катализаторов в качестве основы (носителя) имеет пористую керамику или оксидную основу, которая обладает слабой теплопроводностью, затрудняющей теплоотвод в химических реакторах. Поэтому в последнее время исследователи выделяют в качестве перспективных целенометаллические катализаторы, которые имеют ряд достоинств – хорошую прочность, высокую теплопроводность – и один существенный недостаток – низкую удельную поверхность [1; 2; 4]. Сегодня во всем мире не прекращаются поиски способов создания новых многокомпонентных материалов с высокой удельной поверхностью, низкой себестоимостью, которые могли бы впоследствии применяться в качестве катализаторов.

Известны работы [5], где предлагают применять медь-цинк-цирконевые катализаторы с удельной поверхностью 74–76 м<sup>2</sup>/г для получения водородного топлива, а в работе [6] введение в медьсодержащие катали-

заторы на основе силикагеля оксида цинка позволяет увеличить его удельную поверхность, а также повысить выход метилформиата в 1,2–1,5 раза. В работе [7] для процесса очистки газа от метана предлагается многокомпонентный никель-медь-кобальтовый катализатор, полученный методом пропитки. В работе [8] исследовано влияние добавок нитрата и формиата цезия на свойства медь-цинк-алюминиевого катализатора конверсии СО, в результате чего снижается активность катализатора, а в некоторых случаях добавка цезия уменьшает его удельную поверхность. Получение вышеупомянутых многокомпонентных катализаторов осуществляется химическими методами и является трудоемким процессом, а выход конечного продукта не всегда оказывается большим. Авторы работ [9; 10] описывают способ увеличения удельной поверхности металлической микросетки-носителя для создания целенометаллических катализаторов на основе оксида железа. Увеличение удельной поверхности методом химического травления икосаэдрических малых частиц меди с дефектами дисклинационного типа предложено авторами в работах [11; 12]. Предлагается простой способ увеличения удельной поверхности покрытия непосредственно в процессе электроосаждения, с образованием так называемых вискерных структур меди [13] и с образованием дефектных кристаллов меди [14]. Однако в этих случаях покрытия являются однокомпонентными. Исследования, проведенные в работах [15–18], показывают, что на основе икосаэдрических малых частиц меди

можно сформировать развитую поверхность в виде вискероов и пор методом термической обработки частиц в кислородосодержащей среде. В этих случаях образуется оксид меди. В другой работе [19] показано, что нанесение методом электроосаждения барьерного покрытия на металлический носитель с последующей его термообработкой позволяет не только увеличивать площадь поверхности катализатора, но и менять его фазовый состав. Однако получение многокомпонентных покрытий в работе [19] является сложным технологическим процессом.

Целью данной работы является получение двухкомпонентного (медь-цинкового) покрытия с большой удельной поверхностью на металлической микросетке методом электроосаждения из раствора электролита.

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Получение медь-цинкового покрытия осуществлялось методом электроосаждения из раствора электролита, который состоял из следующих компонентов: азотнокислая медь (II) – 10 г/л, цинк (II) азотнокислый – 100 г/л и дистиллированная вода. Электроосаждение проводилось в автоматизированной установке, включающей потенциостат-гальваностат Elns P-30J, разработанный на базе высококачественного операционного усилителя и встроенного микропроцессора с выходом на персональный компьютер, и стандартную трехэлектродную электрохимическую ячейку. В качестве анода использовалась пластина из электролитически чистой меди (99,99 %), в качестве катода – сетчатый носитель из нержавеющей стали марки 12X18H10T с размером ячейки 70 мкм ( $\pm 3$ ) и диаметром проволоки 50 мкм ( $\pm 2$ ), в качестве электрода сравнения – медная проволока.

Для получения медь-цинкового покрытия было проведено несколько серий экспериментов. В первой серии экспериментов прорабатывались режимы электроосаждения и концентрация компонентов электролита для получения медь-цинкового покрытия с высокой удельной поверхностью. Во второй серии экспериментов исследовалось влияние режимов перемешивания электролита во время электроосаждения на морфологию покрытия и концентрацию меди и цинка в покрытии. Такой выбор был обусловлен тем, что проведенные ранее исследования влияния активации катода во время электрокристаллизации на морфологию и структуру медных кристаллов [14; 20] позволили увеличить площадь поверхности медных покрытий в несколько раз.

В первой и второй серии экспериментов электроосаждение проводилось при одинаковых условиях (указанных выше) и при одном потенциостатическом режиме электроосаждения ( $\eta=400$  мВ,  $\tau=30$  минут при комнатной температуре и концентрации меди и цинка в электролите 1 к 10). Электроосаждение в первой серии экспериментов проходило без предварительного перемешивания электролита, а во второй – с изменением гидродинамических условий электроосаждения путем перемешивания электролита. В этой серии на первом этапе электролит перемешивали непосредственно перед включением установки для электроосаждения, отключали мешалку ПЭ-6110М и запускали процесс осаждения. На втором этапе был осуществлен другой способ перемешивания электролита – в течение всего процесса электрокристаллизации. Перемешивание электролита

проводилось при скорости вращения якоря мешалки 156 об/мин и 328 об/мин.

Для исследования морфологии покрытий применяли электронную микроскопию (Carl Zeiss Sigma). Проведение рентгеноспектрального анализа осуществляли с помощью специальной приставки (Carl Zeiss Sigma).

Для определения удельной поверхности использовалась порометрия (Thermo Scientific Surfer). Предварительная дегазация проводилась в течение 120 минут при температуре 190 °С. Данный температурный режим был выбран с учетом минимального влияния температурных полей на морфологию поверхности покрытия и ранее проведенных исследований, которые показали, что при температурах выше 200 °С медные частицы начинают спекаться. В качестве адсорбата применялся газ азот. Удельная поверхность рассчитывалась по методу БЭТ.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

*Первая серия экспериментов.* Исследования показали, что для электроосаждения на микросетку из нержавеющей стали в стационарном слое (без перемешивания) электролита оптимальным перенапряжением является  $\eta=400$  мВ при времени осаждения  $\tau=30$  минут и концентрации меди и цинка в электролите 1 к 10. При этом было получено равномерное медь-цинковое покрытие (рис. 1 а), состоящее из мелких частиц меди со средним размером от 350 нм до 500 нм, которые образовали как (так называемые) сферические кластеры, так и структуры в виде пластин цинка, которые «опоясывали» эти медные кластеры (рис. 1 б, 2 а).

Проведение локального рентгеноспектрального анализа показало, что покрытие в среднем содержит около 25 % цинка и около 70 % меди, остальные 5 % – кислород (рис. 2 б, 2 в). Удельная поверхность такого покрытия составила  $(50,5 \pm 0,7)$  м<sup>2</sup>/г. Наличие кислорода в покрытии, вероятно, связано с поверхностным окислением меди и цинка на воздухе.

Таким образом, по результатам *первой серии* экспериментов был определен наиболее оптимальный режим электроосаждения, при котором (при данной концентрации компонентов электролита) получается покрытие с развитой поверхностью и оптимальным соотношением концентрации меди и цинка в покрытии (примерно 3:1) для каталитических процессов доочистки сточных вод от органических примесей.

*Вторая серия экспериментов.* Анализ микрофотографий покрытия, полученного при перемешивании электролита непосредственно перед запуском процесса электроосаждения, показал, что внешний вид микросетки изменился. Вертикальные нити плетения микросетки заросли сильнее, однако визуальными пластины цинка на горизонтальных нитях практически отсутствуют (рис. 3, 4 а).

Проведение рентгеноспектрального анализа (рис. 4 а, 4 б) показало, что содержание цинка в полученном покрытии уменьшилось до 8 % (меди – 75 %, кислорода – 17 %). При этом произошло и уменьшение удельной поверхности покрытия до 20–30 м<sup>2</sup>/г.

Анализ микрофотографий покрытия, полученного при перемешивании электролита в течение всего периода осаждения, показал, что на поверхности микросетки сформировалось покрытие с развитой поверхностью.

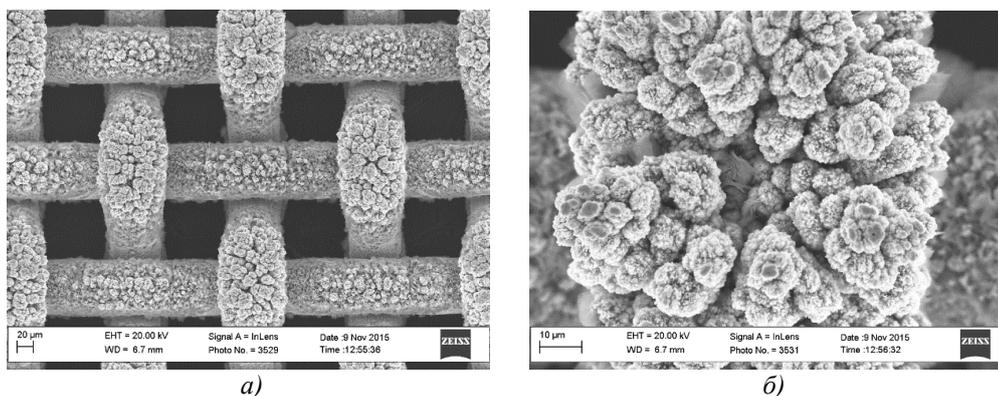


Рис. 1. Морфология поверхности медь-цинкового покрытия на микросетке из нержавеющей стали, полученного электроосаждением без перемешивания электролита при  $\eta=400$  мВ,  $\tau=30$  минут

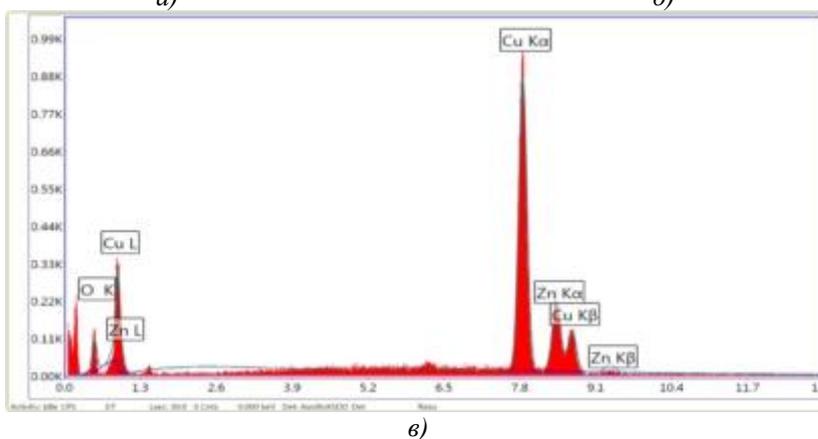
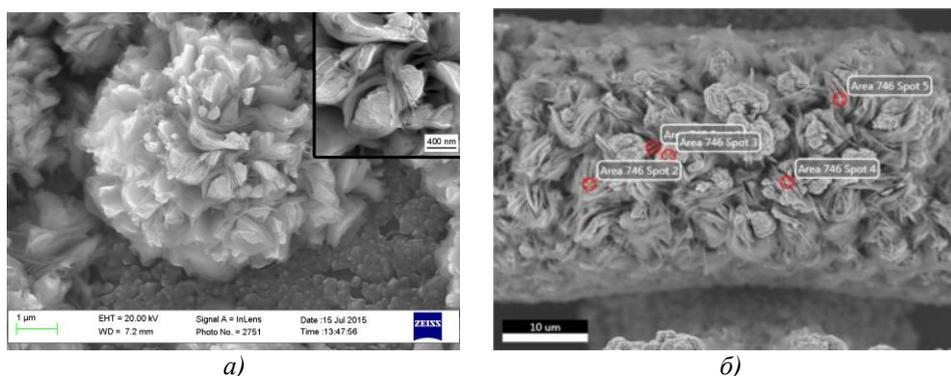


Рис. 2. Морфология поверхности медь-цинкового покрытия на микросетке из нержавеющей стали, полученного электроосаждением без перемешивания электролита (а); рентгеноспектральный анализ покрытия, полученного при  $\eta=400$  мВ,  $\tau=30$  минут (б, в)

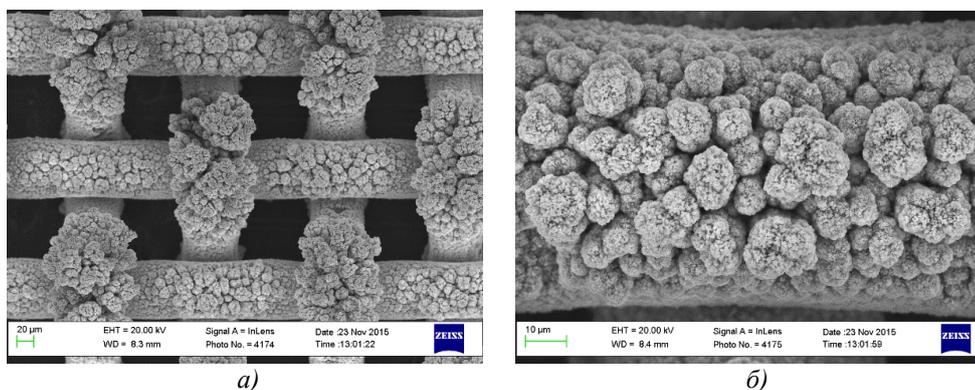
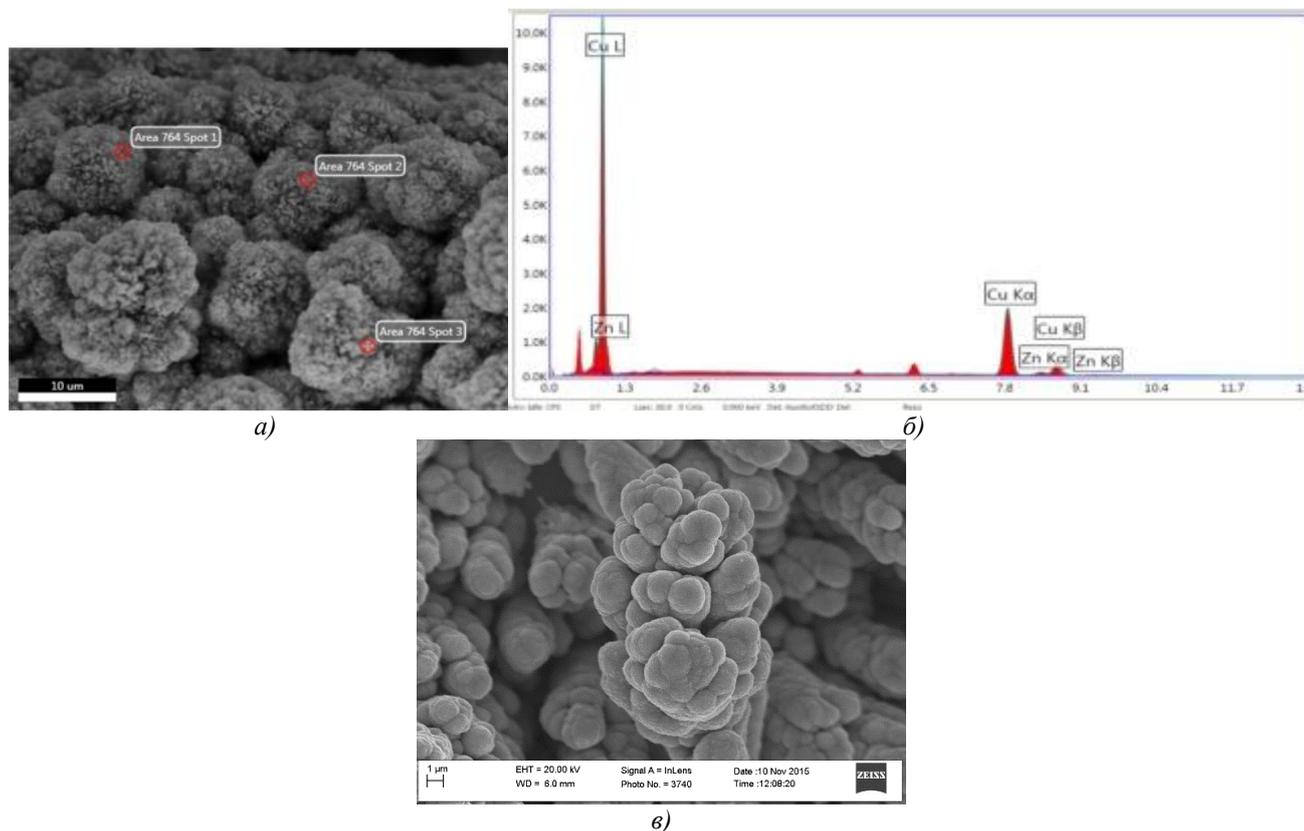


Рис. 3. Медь-цинковое покрытие на сетке при электроосаждении с перемешиванием электролита на начальном этапе электроосаждения



**Рис. 4.** Медь-цинковое покрытие на сетке при электроосаждении с перемешиванием электролита на начальном этапе электроосаждения (а); рентгеноспектральный анализ покрытия, полученного при перемешивании электролита на начальном этапе электроосаждения (б); при непрерывном перемешивании электролита со скоростью 156 об/мин (в)

Однако было замечено, что в отличие от электроосаждения без перемешивания электролита (рис. 1, 2) кластерные образования, состоящие из частиц меньше 500 нм, полностью отсутствуют. На микросетке образовались кластерные структуры из сферических частиц с гладкой поверхностью (рис. 4 в). Рентгеноспектральный локальный анализ таких образцов показал присутствие цинка не более 2 %, остальную часть составляет медь. Низкотемпературная порометрия показала уменьшение удельной поверхности покрытия в 3 раза.

## ВЫВОДЫ

Проведенные эксперименты позволяют сделать следующие *выводы*:

- при соотношении в электролите нитрата меди к нитрату цинка 1 к 10 наиболее оптимальным режимом осаждения, который позволяет получить медь-цинковое покрытие с высокой удельной поверхностью порядка  $50 \text{ м}^2/\text{г}$ , является режим  $\eta=400 \text{ мВ}$ ,  $\tau=30 \text{ минут}$  при комнатной температуре. При этом содержание цинка в медном покрытии составляет от 30 до 40 %;

- перемешивание электролита на любом этапе электроосаждения медь-цинкового покрытия ведет к уменьшению его удельной поверхности и уменьшению концентрации цинка в покрытии.

Таким образом, использовать гидродинамическое воздействие на катод (путем перемешивания электролита) во время электроосаждения из комплексного электролита с целью увеличения концентрации цинка и удельной поверхности нецелесообразно, а причины

уменьшения концентрации цинка в покрытии требуют дальнейших исследований.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученное в стационарном слое электролита медь-цинковое покрытие показало хорошие результаты в экспериментах разложения этиленгликоля в воде, однако определение каталитических свойств данного покрытия требует дополнительных исследований.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-02-00517 а.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перспективные материалы. Т. 5 / под ред. Д.Л. Мерсона. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2013. 421 с.
2. Викарчук А.А., Романов А.Е. Физические основы получения принципиально новых нанокатализаторов на основе меди // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения*. 2014. Т. 11. № 1. С. 87–98.
3. Александрова Ю.В., Власов Е.А. Исследование свойств медьсодержащих катализаторов окисления // *Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета)*. 2013. № 22. С. 15–20.
4. Yuranov I., Dunand N., Kiwi-Minsker L., Renken A. Metal grids with high-porous surface as structured catalysts: preparation, characterization and activity in propane total oxidation // *Applied Catalysis B: Environmental*. 2002. № 36. P. 183–185.

5. Круглова М.А., Ярошенко М.П., Антонюк С.Н., Голосман Е.З. Катализаторы для процесса получения водородного топлива // Тонкие химические технологии. 2008. Т. 3. № 6. С. 22–25.
6. Ведягин А.А., Цырульников П.Г., Струихина Н.О., Дашук Т.А., Бубнов А.В. Дегидрирование метанола на медьсодержащих катализаторах, модифицированных оксидом цинка // Катализ в промышленности. 2006. № 3. С. 29–33.
7. Виноградова Е.Н. Исследование катализаторов на основе оксидов никеля, меди и кобальта в процессе окисления метана // Успехи в химии и химической технологии. 2009. Т. 23. № 2. С. 43–47.
8. Овсиенко О.Л. Влияние добавок нитрата и формиата цезия на свойства Cu-Zn-Al-катализатора конверсии СО // Катализ в промышленности. 2011. № 6. С. 60а–66.
9. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Шафеев М.Р., Грызунов А.М. Создание развитой поверхности сетчатого металлического носителя из нержавеющей стали // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2014. № 4. С. 25–29.
10. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Шафеев М.Р. Создание развитой поверхности у сетчатого металлического носителя // Письма о материалах. 2015. Т. 5. № 2. С. 211–214.
11. Gryzunova N.N., Denisova A.G., Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Preparation of materials with a developed surface by thermal treatment and chemical etching of electrodeposited icosahedral small copper particles // Russian Journal of Electrochemistry. 2015. Vol. 51. № 12. P. 1176–1179.
12. Грызунова Н.Н., Денисова А.Г., Ясников И.С., Викарчук А.А. Получение материалов с развитой поверхностью путем термообработки и последующего химического травления икосаэдрических малых частиц меди, полученных методом электроосаждения // Электрохимия. 2015. Т. 51. № 12. С. 1317–1320.
13. Денисова А.Г., Грызунова Н.Н. Альтернативный способ получения вискерных структур меди // Научный альманах. 2015. № 6. С. 120–124.
14. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Тюрков М.Н. Получение и исследование электролитических материалов с энергоемкой дефектной структурой и развитой поверхностью // Деформация и разрушение материалов. 2016. № 2. С. 13–19.
15. Викарчук А.А., Власенкова Е.Ю., Грызунова Н.Н. Получение металлических нанобъектов методом термической обработки пентагональных частиц и трубок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2008. № S6. С. 44–49.
16. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А. К вопросу об увеличении удельной поверхности металлических катализаторов и носителей для них // Новости материаловедения. Наука и техника. 2015. № 1. С. 6–11.
17. Ясников И.С., Викарчук А.А. Термодинамика образования полости в пентагональных кристаллах в процессе электроосаждения меди // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2005. Т. 69. № 9. С. 1378–1382.
18. Викарчук А.А., Дорогов М.В. Особенности эволюции структуры и морфологии поверхности икосаэдрических частиц меди в процессе отжига // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. 2013. Т. 97. № 9–10. С. 682–686.
19. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Шафеев М.Р., Романов А.Е. Морфологические и фазовые превращения в никелевых покрытиях на нержавеющей стали в температурных полях // Materials Physics and Mechanics. 2014. Т. 21. № 2. С. 119–125.
20. Грызунова Н.Н., Викарчук А.А., Бекин В.В., Романов А.Е. Создание развитой поверхности медных электролитических покрытий методом механоактивации катода и последующей термообработки // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2015. Т. 79. № 9. С. 1238–1242.

## REFERENCES

1. Merson D.L., ed. *Perspektivnye materialy* [Perspective materials]. Togliatti, TGU Publ., 2013. Vol. 5, 421 p.
2. Vikarchuk A.A., Romanov A.E. Principal physics of getting fundamentally new cuprum-based catalysts. *Fundamentalnye problemy sovremennogo materialovedeniya*, 2014, no. 11, pp. 87–98.
3. Aleksandrova Ju.V., Vlasov E.A. Copper-containing oxidation catalysts properties study. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo instituta (tekhnicheskogo universiteta)*, 2013, no. 22, pp. 15–20.
4. Yuranov I., Dunand N., Kiwi-Minsker L., Renken A. Metal grids with high-porous surface as structured catalysts: preparation, characterization and activity in propane total oxidation. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2002, no. 36, pp. 183–185.
5. Kruglova M.A., Yaroshenko M.P., Antonyuk S.N., Golosman E.Z. Catalysts for the process of hydrogen fuel producing. *Tonkie khimicheskie tekhnologii*, 2008, vol. 3, no. 6, pp. 22–25.
6. Vedyagin A.A., Tsyruльников P.G., Struikhina N.O., Dashuk T.A., Bubnov A.V. Methanol dehydrogenation over copper-containing catalysts modified by zinc oxide. *Kataliz v promyshlennosti*, 2006, no. 3, pp. 29–33.
7. Vinogradova E.N. Study of nickel oxide, cuprum and cobalt-based catalysts in the process of methane oxidation. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii*, 2009, vol. 23, no. 2, pp. 43–47.
8. Ovsienko O.L. Effect of supplementation of nitrate and cesium formiate on properties of CO conversion Cu-Zn-Al catalyst. *Kataliz v promyshlennosti*, 2011, no. 6, pp. 60a–66.
9. Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Shafeev M.R., Gryzunov A.M. Creation of the developed surface of mesh metal carriers made of stainless steel. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 4, pp. 25–29.
10. Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Shafeev M.R. Creating high surface in the metal mesh carrier. *Pisma o materialakh*, 2015, vol. 5, no. 2, pp. 211–214.
11. Gryzunova N.N., Denisova A.G., Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Preparation of materials with a developed surface by thermal treatment and chemical etching of electrodeposited icosahedral small copper particles. *Russian Journal of Electrochemistry*, 2015, vol. 51, no. 12, pp. 1176–1179.
12. Gryzunova N.N., Denisova A.G., Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Preparation of materials with a devel-

- oped surface by thermal treatment and chemical etching of electrodeposited icosahedral small copper particles. *Elektrokhimiya*, 2015, vol. 51, no. 12, pp. 1317–1320.
13. Denisova A.G., Gryzunova N.N. An alternative method of producing whisker structures copper. *Nauchnyy almanakh*, 2015, no. 6, pp. 120–124.
  14. Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Tyurkov M.N. Production and investigation of electrolytic energy-intensive materials with defect structure and developed surface. *Deformatsiya i razrushenie materialov*, 2016, no. 2, pp. 13–19.
  15. Vikarchuk A.A., Vlasenkova E.Yu., Gryzunova N.N. Fabrication of nanosized metallic objects by thermal processing of pentagonal particles and nanotubes. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2008, no. S6, pp. 44–49.
  16. Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A. On the extend of specific surface of metal catalysts and carriers for them. *Novosti materialovedeniya. Nauka i tekhnika*, 2015, no. 1, pp. 6–11.
  17. Yasnikov I.S., Vikarchuk A.A. Thermodynamics of cavity formation in pentagonal crystals during electrodeposition of copper. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya fizicheskaya*, 2005, vol. 69, no. 9, pp. 1378–1382.
  18. Vikarchuk A.A., Dorogov M.V. Special aspects of evolution of the structure and morphology of surface of copper icosahedral particles in the annealing process. *Pisma v zhurnal eksperimentalnoy i teoreticheskoy fiziki*, 2013, vol. 97, no. 9–10, pp. 682–686.
  19. Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Shafeev M.R., Romanov A.E. Morphological and phase transformations in nickel coatings on stainless steel in temperature fields. *Materials Physics and Mechanics*, 2014, vol. 21, no. 2, pp. 119–125.
  20. Gryzunova N.N., Vikarchuk A.A., Bekin V.V., Romanov A.E. Creating a developed surface of copper electrolytic coatings via mechanical activation of the cathode with subsequent thermal treatment. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya fizicheskaya*, 2015, vol. 79, no. 9, pp. 1238–1242.

### COPPER-ZINC COATING WITH HIGH SPECIFIC SURFACE OBTAINED BY METAL ELECTRODEPOSITION METHOD

© 2016

*A.G. Denisova*, postgraduate student of “Nanotechnologies, material engineering and mechanics”  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*Keywords:* electrodeposition; copper-zinc; specific surface; developed surface; multicomponent coating.

*Abstract:* The improvement of chemical and petrochemical plants’ efficiency and the environmental management are impossible without the development of new technologies and materials. All this is directly concerned with the introduction of new catalysts. Each chemical reaction requires its own catalysts. Currently, solid metal catalysts with the multicomponent composition are distinguished as the prospective ones. They are characterised by mechanical strength and high thermal conductivity however they have low specific surface. That is why the development of the multicomponent material with high specific surface supported on metal micromesh that could be used in future as the advanced catalyst is the critical task.

As opposed to the methods of obtaining of multicomponent materials and methods of creation of developed surface of metal oxide coatings presented in the paper survey, this paper the process of obtaining the producing the developed surface coating on micromesh consisting of nanosized copper and zinc particles. The author suggests the creation of two-component (copper-zinc) coating with the high specific surface by means of electrodeposition from the complex electrolyte. Two series of experiments were carried out during the study. At the first stage, the electrodeposition was carried out in the stationary layer of complex copper-zinc electrolyte; at the second stage of experiments, the electrodeposition was carried out in the same electrolyte at the same deposition parameters but with the mixing of electrolyte with various stages of electrolysis.

During each series of experiments, the author decided on the technological modes of the coating obtaining, its composition and specific surface. It is shown that it is possible to change zinc concentration in the coating and its specific surface at various technological modes of deposition (with the electrolyte mixing and without it). The study allowed to come to a conclusion on the most optimal technological conditions of electrodeposition with the purpose of obtaining certain copper and zinc concentration in the coating. Preliminary tests showed that such copper-zinc coating can be used for wastewater aftertreatment from ethylene glycol.

## МОДЕЛЬ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

© 2016

*Е.М. Лужаева*, аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности»  
*Е.Н. Яговкина*, аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности»  
Самарский государственный технический университет, Самара (Россия)  
*Т.Ю. Фрезе*, кандидат экономических наук, доцент,  
доцент кафедры «Управление промышленной и экологической безопасностью»  
Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)

**Ключевые слова:** надежность технических систем; отказ оборудования; системы защитных устройств; устройства автоматического управления.

**Аннотация:** Рассмотрена одна из характеристик технических систем в машиностроении – надежность. Определено, что следствием снижения надежности технических систем является отказ оборудования. Перечислены последствия отказа оборудования для технических систем в целом. Указано, что для предотвращения серьезных последствий отказа оборудования предусматриваются различные защитные устройства. Образ технической системы имеет иерархическую структуру, меняющуюся в динамике. Определено, что граничным условием моделирования защитных устройств для технических систем является то, что функциональной защитной системой для технических систем служат подсистемы, внутренние параметры которых взаимосвязаны. В тоже время внешние связи строго ограничены и определены. Рассмотрены множества регистрируемых параметров и подмножеств для технических систем. Разработана математическая модель для количественной оценки защитных устройств. Сформирована модель для всех защитных устройств, включенных в рассматриваемую модель объекта, что делает возможным количественно оценить надежность технической системы. Предложен метод оценки надежности технических систем на основе анализа возможных отказов оборудования и защитных устройств, позволяющих предупредить или минимизировать последствия этих отказов. Разработана методика, которая на основе модели защитных устройств позволяет определить их требуемое количество и виды при заданной надежности системы в целом. С целью формального описания системы защитных устройств использованы теоретико-множественные понятия. Приведено функциональное описание регулирования, блокировок и защит для характеристики защитных устройств технических систем. Разработана модель системы (высший иерархический уровень) для всех защитных устройств, включенных в рассматриваемую модель объекта.

Одной из основных характеристик технических систем (ТС) в машиностроении является их надежность [1–3]. Следствием снижения надежности ТС является отказ оборудования. Для предотвращения серьезных последствий в этом случае на оборудовании предусматриваются различные защитные устройства, поэтому надежность ТС следует рассматривать как следствие работы защитных устройств [4–6]. Оценка надежности производится путем моделирования [7; 8]. Образ объекта (ТС) имеет иерархическую структуру, которая динамически меняется. Граничным условием моделирования является то, что функциональной защитной системой ТС служат подсистемы, внутренние параметры которых взаимосвязаны, в то время как внешние связи строго ограничены и определены [9–11].

Для формального описания системы защитных устройств представляется целесообразным использовать теоретико-множественные понятия [12–14]. Напомним, что операции объединения, пересечения и включения обозначаются  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $\in$  соответственно, пустое множество –  $\emptyset$ . Тот факт, что  $J$  есть элемент множества  $M$ , записывается в виде  $J \in M$ , его отрицание –  $J \notin M$ . Если множество  $M_1$  содержится во множестве  $M$  (т. е.  $M_1$  есть подмножество  $M$ ), то запись имеет вид  $M_1 \subseteq M$  или  $M \supseteq M_1$ .

Для некоторой ТС рассмотрим множество  $M$  регистрируемых параметров  $P$  и его подмножества:

$M_P, M_K$  – параметры и контролируемые регуляторы;

$M_\delta$  – параметры, по пороговым значениям которых срабатывают автоматические блокировки;

$M_{2K}, M_{2\delta}$  – исполнительные органы регуляторов и блокировок;

$M_H, M_3 (M_3 \cap M_K = \emptyset, M_\Gamma, M_C$  – независимые, зависимые, граничные и связанные соотношениями баланса параметры;

$M_+, M_-$  – элементы включенные ( $M_+ \subseteq M_P$ ) и отключенные ( $M_+ \cap M_- = \emptyset, M_- \subseteq M_P M$ );

$M_T$  – возмущения.

Кроме того, введем множество автоматических устройств  $MA(I) - TC(I)$  и его подмножества:

$MA_K$  – регуляторы;

$MA_\Pi$  – пороговые элементы (блокировки);

$MA_{\Pi+}, MA_{\Pi-}$  – пороговые элементы на включение и отключение.

Смысл множеств соответствует следующему:

$M_P, M_K, M_{2K}, M_{2\delta}$  – характеристики элементов защитных устройств ТС;

$M_H, M_3, M_\Gamma, M_C$  – свойства параметров в реализованной модели защитных устройств ТС;

$M_+, M_-$  и  $M_T$  – текущие состояния элементов реального типа и вектор возмущений.

Введем вектор возмущений, вносимых в ТС:

$$B_t = \{b_1^t, b_2^t, \dots, b_n^t\} \quad (t = 0, 1, 2, \dots).$$

Каждому  $B_i$  соответствует изменение значений параметров  $P_i^t$ , где  $i = 0, 1, 2, \dots, n$ .

Обозначим эти значения  $y_i^t$ , а номинальные значения параметров –  $y_i^0$ . Пусть  $t = 1, 2, \dots, n$  – номер события.

Для каждого  $t$  определим полное относительное  $\delta_i^k$  и относительное  $\delta_i(t)$  отклонения параметров  $P_i$ :

$$\delta_i^k = (y_i^t + y_i^0) / y_i^0; \quad (1)$$

$$\delta_i(t) = (y_i^t - y_i^{t-1}) / y_i^0. \quad (2)$$

Основную форму взаимосвязи параметров защитных устройств ТС определим в виде

$$\delta_i(t) = \sum_{j=1, j \neq i}^n C_{ij} \delta_j(t) \quad (i = 1, \dots, n), \quad (3)$$

где  $C_{ij}$  – коэффициент влияния параметра  $P_j$  на  $P_i$  ( $i, j = 1, \dots, n$ );

$\delta_j(t)$  – относительное отклонение параметра  $P_j$ .

При этом

$$\delta_i^t = \sum_{k=0}^t \delta_i(k) \quad (i = 1, \dots, n).$$

Выражение (3) – уравнение множественной линейной регрессии [12; 15; 16]. Введя в него вектор  $B_i$ , который фактически характеризует влияние факторов, не описываемых параметрами защитных устройств рассматриваемой ТС, получим систему уравнений

$$\delta_i(t) = \sum_{j=1, j \neq i}^n C_{ij} \delta_j(t) + b_i^t \quad (i, j = 1, \dots, n), \quad (4)$$

где  $b_i^t$  приведены к относительным отклонениям, а коэффициенты  $C_{ij}$  постоянны для рассматриваемого режима работы.

Существуют элементы (параметры), связи которых зависят от их состояния. Определим признаки перехода из одного состояния в другое.

Порог включения  $\alpha_i$  при условии перехода из выключенного состояния во включенное запишется в виде:

$$\text{если } b_i^t > \alpha_i, \text{ то } P_i \in M_+. \quad (5)$$

Выключение элемента определяется его предшествующим состоянием и возмущением  $b_i^t$ . Условие включения:

$$\text{если } (\delta_i^{t-1} + b_i^t) < -1, \text{ то } P_i \in M, \quad (6)$$

где  $M$  – множество регистрируемых параметров.

Следует отметить, что некоторые формы взаимосвязи параметров защитных устройств ТС не приводятся к виду (4) с постоянными коэффициентами.

В этом случае

$$\sum_i^m \Delta y_i = 0 \quad (7)$$

где  $\Delta y_i$  – абсолютное отклонение параметра;

$m = 1$ .

В общем случае дополнительной формой отображения взаимосвязи параметров будем называть выражение вида

$$b_j^{*t} = F(b_j^t, y_j^{t-1}, y_j^{t-1}, y_j^t) \quad (j = 1, \dots, n). \quad (8)$$

В такой форме отображаются устройства автоматического управления.

В качестве типовых элементов автоматики выделим автоматические регуляторы и пороговые элементы.

Функциональное назначение автоматических регуляторов (AP) – стабилизация значения контролируемого параметра  $P_k$ , которая осуществляется за счет изменения положения исполнительного органа, характеризуемого параметром  $P_l$ . Уравнение (AP) будет

$$\Delta b_l^{t+1} = \alpha(y_k^t - a) \quad (P_k \in M_k, P_l \in M_{2k}), \quad (9)$$

где  $\Delta b_l^{t+1}$  – абсолютное перемещение исполнительного органа, задаваемое регулятором;

$y_k^t$  – значение контролируемого параметра;

$\alpha, a$  – уставка (требуемое значение контролируемого параметра) и коэффициент усиления регулятора.

Для исполнительного органа заданы следующие границы изменения состояния:

$$y_{l \min} < y_l < y_{l \max}. \quad (10)$$

Выражения (9) и (10) могут быть приведены к относительным отклонениям:

$$b_l^{t+1} = a(\delta_k - \delta_\alpha), \quad \delta_{l \min} < \delta_l^t < \delta_{l \max}. \quad (11)$$

Функциональное назначение пороговых элементов в том, что осуществляется заранее определенное изменение состояния исполнительного органа  $P_l$  при достижении контролируемым параметром  $P_k$  верхнего  $a_{\max}$  или нижнего  $a_{\min}$  предела изменения параметра:

$$y_k^t \geq a_{\max} \text{ либо } y_k^t \leq a_{\min}.$$

Достижение предела обозначим как  $\approx$ .

В частном случае выделяются пороговые автоматы: – на включение:

$$\text{если } P_l \in M_- \text{ и } y_k^t \approx a, \text{ то } P_l \in M_+ \text{ и } b_l^{t+1} = h, \quad (12)$$

где  $h$  – заранее заданное изменение состояния исполнительного органа;  
– на выключение;

$$\text{если } P_l \in M_+ \text{ и } y_k^t \approx a, \text{ то } P_l \in M_+ \text{ и } b_l^{t+1} = -(1 + \delta_l^t). \quad (13)$$

Приведенное функциональное описание регулирования, блокировок и защит будем считать достаточным для описания защитных устройств ТС.

На основании выражений (1)–(13) и введенных множеств запишем математическую модель защитных устройств ТС, в которой будут представлены взаимосвязи параметров, а также узлы баланса, автоматические регуляторы и пороговые элементы.

Используем логические связи вида  $\vee$  (или),  $\wedge$  (и),  $\Rightarrow$  (если ..., то). Таким образом, уравнения (14)–(20) представляют модель защитных устройств ТС на полном множестве параметров  $M$ :

$$\begin{aligned} \delta_i(t) &= b_i^t \quad P_i \in M_H; \\ \delta_i(t) &= \sum_{j=1, j \neq i}^n C_{ij} \delta_j(t) + b_i^t \quad (P_i \in M_3; P_i \in M_+); \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \delta_i(t) &= 0 \quad (i = 1, \dots, n; P_i \in M_-); \\ \delta_i^t &= \sum_{k=1}^t \delta_i(k) = \delta_i^{t-1} + \delta_i(t); \end{aligned} \quad (15)$$

$$b_i^t > a_i \Rightarrow P_i \in M_+, \delta_i^{t-1} + b_i^t < -1 \Rightarrow P_i \in M_- (P_i \in M_P); \quad (16)$$

$$b_i^{*t} = b_j^t y_j^0 A / y_j^0 (P_j \in M_N; P_i \in M_C; P_j \in M_C; P_k \in M_C); \quad (17)$$

$$\begin{aligned} b_l^{t+1} &= a (\delta_l^t - \delta_\alpha), \quad \delta_{l \min} < \delta_l < \delta_{l \max}; \\ (P_l \in M_{2k}; P_k \in M_k; q \in MA_P; q = 1, \dots, m); \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} (P_l \in M_-) \wedge (y_k^t \approx a) &\Rightarrow (b_l^{t+1} = h) \wedge (P_l \in M_+); \\ (q \in MA_{\Pi+}; q = 1, \dots, m; P_l \in M_{2\delta}; P_k \in M_\delta); \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} (P_l \in M_+) \wedge (y_k^t \approx a) &\Rightarrow (b_l^{t+1} = (\delta_l^t - 1)) \wedge (P_l \in M); \\ (q \in MA_{\Pi-}; q = 1, \dots, m; P_l \in M_{2\delta}; P_k \in M_\delta). \end{aligned} \quad (20)$$

Рассмотрим высший уровень иерархической модели. Как уже указывалось, в ряде случаев интерес представляет связь только между граничными переменными, т. е. форма отображения защитных устройств ТС по отношению к системе в целом [17; 18]. Для построения иерархической модели воспользуемся методом кибернетического моделирования [19; 20], отметим при этом:

- иерархическое построение модели системы, представляемой в виде совокупности подсистем, выбранных произвольно;
- возможность выделения из полной совокупности параметров ее части;
- изменения в отдельной подсистеме без влияния на остальные;
- оперирование с совокупностью граничных переменных подсистем.

Каждая подсистема представлена функциональной характеристикой (ФХ) – математическим выражением, задающим связь между граничными переменными подсистем. Состояние и свойства подсистемы проявляются только в параметрах этого выражения [19]. В плане образа это соответствует представлению подсистемы для высшего иерархического уровня.

Для определения ФХ [19; 20]:

- устанавливаются согласно (16) конкретные состояния регуляторов;
- выявляются регуляторы, находящиеся в зоне регулирования;
- приводится к отклонению исполнительного органа отклонение контролируемого параметра.

Таким образом, модель защитных устройств ТС может быть приведена к уравнениям, которые преобразуются в ФХ:

$$\delta_i^t = \sum_{j=1}^n G_{ij} \delta_j \quad (21)$$

$$(i = 1, \dots, m; P_i \in M_G; P_i \in M_G; P_i \in M_3; P_i \in M_H),$$

где  $G_{ij}$  – коэффициенты влияния граничных параметров.

Модель системы (высший иерархический уровень) формируется на основании (20) для всех защитных устройств, включенных в рассматриваемую модель объекта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яговкин Н.Г., Кривова М.А. Системный подход к формированию организационной структуры управления промышленной безопасностью предприятий нефтегазового комплекса. Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа // Проблемы и методы рационального использования нефтяного попутного газа: материалы научно-практической конференции. Уфа: ГУП ИПТЭР, 2010. С. 311–312.
2. Яговкин Н.Г., Яговкин Г.Н., Панюкова С.А. Управление надежностью при реализации стратегии технического обслуживания и ремонта в системах электроснабжения // Промышленная энергетика. 2010. № 9. С. 12–15.
3. Яговкин Н.Г., Лужаева Е.М., Мельникова Д.А. Управление надежностью на стадиях проектирования, эксплуатации оборудования и выполнения технологических процессов // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. № 2-1. С. 139–142.
4. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. М.: Стандартиформ, 2007. 27 с.
5. ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. Минск: Межгосударственный совет по организации, метрологии и сертификации, 2002. 13 с.
6. Яговкина Е.Н., Бузуев И.И. Системный анализ при формировании системы управления профессиональными рисками // Актуальные вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности: труды Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня образования Самарского

- государственного технического университета. Самара: СамГТУ, 2014. С. 110–114.
7. Дилигенский Н.В., Дымова Л.Г., Севастьянов П.В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. М.: Машиностроение–1, 2004. 336 с.
  8. Имитационное моделирование производственных систем / под ред. А.А. Вавилова. М.: Машиностроение, 1983. 416 с.
  9. ГОСТ Р 51901.3-2007 (МЭК 60300-2:2004). Менеджмент риска. Руководство по менеджменту надежности. М.: Стандартинформ, 2008. 45 с.
  10. ГОСТ Р 27.403-2009. Надежность в технике. Планы испытаний для контроля вероятности безотказной работы. М.: Стандартинформ, 2010. 11 с.
  11. Есипов Ю.В. Постановка и пути решения проблемы оценки риска сложных технических систем // Управление риском. 2002. № 2. С. 38–43.
  12. Вентцель Е. Исследование операций. М.: Советское Радио, 1972. 550 с.
  13. Мерви Муртонен. Оценка рисков на рабочем месте. Опыт Финляндии. Финляндия: МСОиЗ, 2007. 66 с.
  14. Яговкин Г.Н., Панюкова С.А., Кривова М.А. Надежность работы персонала в системах управления энергетическими объектами // Энергосбережение, электромагнитная совместимость и качество в электрических системах: сборник статей Международной научно-практической конференции. Пенза: Приволжский Дом знаний, 2010. С. 95–97.
  15. Яговкин Г.Н., Панюкова С.А., Кривова М.А. Модель формирования опасной ситуации в производственной системе // Известия Самарского научного центра РАН. 2010. Т. 12. № 1-9. С. 2281–2284.
  16. Яговкин Н.Г., Мартынов Д.Н., Кривова М.А. Анализ риска, связанного с выходом из строя электротехнических устройств и средств автоматики оборудования для высоких технологий // Высокие технологии в машиностроении: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференция с международным участием. Самара: СамГТУ, 2010. С. 186–187.
  17. ГОСТ 27.310-95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. 20 с.
  18. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. М.: Издательство стандартов, 1984. 53 с.
  19. Глинский Б.А., Грязнов Б.С., Дынин Б.С. Моделирование как метод научного исследования (гносеологический анализ). М.: МГУ, 1965. 248 с.
  20. Крон Г. Исследование сложных систем по частям. М.: Наука, 1972. 542 с.
- REFERENCES**
1. Yagovkin N.G., Krivova M.A. System approach to the formation of organizational structure of industrial security control of enterprises of oil and gas complex. Problems and methods of control of reliability and safety of systems of oil, oil products and gas transportation. *Problemy i metody ratsionalnogo ispolzovaniya neftyanogo poputnogo gaza: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ufa, GUP IPTER Publ., 2010, pp. 311–312.
  2. Yagovkin N.G., Yagovkin G.N., Panyukova S.A. Reliability management when implementing the strategy of technical servicing and repair within the power supply systems. *Promyshlennaya energetika*, 2010, no. 9, pp. 12–15.
  3. Yagovkin N.G., Luzhaeva E.M., Melnikova D.A. Reliability management at the design, operation and technological process performance stages. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2015, vol. 17, no. 2-1, pp. 139–142.
  4. ГОСТ 27.003-90. *Nadezhnost v tekhnike. Sostav i obshchie pravila zadaniya trebovaniy po nadezhnosti* [Industrial product dependability. Dependability requirements: contents and general rules for specifying]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 27 p.
  5. ГОСТ 27.301-95. *Nadezhnost v tekhnike. Raschet nadezhnosti. Osnovnye polozheniya* [Dependability in technics. Dependability prediction. Basic principles]. Minsk, Mezhdgosudarstvennyy soviet po organizatsii, metrologii i sertifikatsii Publ., 2002. 13 p.
  6. Yagovkina E.N., Buzuev I.I. System analysis when forming the system of professional risks management. *Aktualnye voprosy obespecheniya bezopasnosti zhiznedeyatelnosti: trudy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya obrazovaniya Samarskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. Samara, SamGTU Publ., 2014, pp. 110–114.
  7. Diligenskiy N.V., Dymova L.G., Sevastyanov P.V. *Nechetkoe modelirovanie i mnogokriterialnaya optimizatsiya proizvodstvennykh sistem v usloviyakh neopredelennosti: tekhnologiya, ekonomika, ekologiya* [Fuzzy modeling and multicriteria optimization of production systems]. Moscow, Mashinostroenie–1 Publ., 2004. 336 p.
  8. Vavilov A.A., ed. *Imitatsionnoe modelirovanie proizvodstvennykh sistem* [The simulation modeling of the production systems]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1983. 416 p.
  9. ГОСТ Р 51901.3-2007 (МЭК 60300-2:2004). *Menedzhment riska. Rukovodstvo po menedzhmentu nadezhnosti* [Dependability management. Guidelines for dependability management]. Moscow, Standartinform Publ., 2008. 45 p.
  10. ГОСТ Р 27.403-2009. *Nadezhnost v tekhnike. Plany ispytaniy dlya kontrolya veroyatnosti bezotkaznoy raboty* [Dependability in technics. Compliance test plans for reliability]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 11 p.
  11. Esipov Yu.V. Setting and ways of solution of the problem of risk assessment of complex technical systems. *Upravlenie riskom*, 2002, no. 2, pp. 38–43.
  12. Venttsel E. *Issledovanie operatsiy* [Operations research]. Moscow, Sovetskoe Radio Publ., 1972. 550 p.
  13. Mervi Murtonen. *Otsenka riskov na rabochem meste. Opyt Finlyandii* [Risk assessment at work. Experience of Finland]. Finlyandiya, MSOiZ Publ., 2007. 66 p.
  14. Yagovkin G.N., Panyukova S.A., Krivova M.A. Reliability of work of the staff in the systems of energy facilities management. *Energoberezhnie, elektromagnitnaya sovmestimost i kachestvo v elektricheskikh sistemakh:*

- sbornik statey Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Penza, Privolzhskiy Dom znaniy Publ., 2010, pp. 95–97.
15. Yagovkin G.N., Panyukova S.A., Krivova M.A. Model of the dangerous situation formation in industrial system. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2010, vol. 12, no. 1-9, pp. 2281–2284.
  16. Yagovkin N.G., Martynov D.N., Krivova M.A. The analysis of risk caused by the breakdown of electrotechnical devices and automation equipment for high technologies. *Vysokie tekhnologii v mashinostroenii: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskaya internet-konferentsiya s mezhdunarodnym uchastiem*. Samara, SamGTU Publ., 2010, pp. 186–187.
  17. GOST 27.310-95. *Nadezhnost v tekhnike. Analiz vidov, posledstviy i kritichnosti otkazov. Osnovnye polozheniya* [Dependability in technics. Failure mode, effects and criticality analysis. Basic principles]. Moscow, IPK Izdatelstvo standartov Publ., 1996. 26 p.
  18. GOST 27.202-83. *Nadezhnost v tekhnike. Tekhnologicheskie sistemy. Metody otsenki nadezhnosti po parametram kachestva izgotovlyemoy produktsii* [Reliability in technique. Technological systems. Methods of reliability evaluation by parameters of product quality]. Moscow, Izdatelstvo standartov Publ., 1984. 53 p.
  19. Glinskiy B.A., Gryaznov B.S., Dynin B.S. *Modelirovanie kak metod nauchnogo issledovaniya (gnoseologicheskii analiz)* [Simulation as a method of scientific research: gnoseological analysis]. Moscow, MGU Publ., 1965. 248 p.
  20. Kron G. *Issledovanie slozhnykh sistem po chastyam* [Research of difficult systems in parts of (dioptrika)]. Moscow, Nauka Publ., 1965. 248 p.

### THE MODEL OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF TECHNICAL SYSTEM RELIABILITY

© 2016

*E.M. Luzhaeva*, postgraduate student of Chair “Life safety”

*E.N. Yagovkina*, postgraduate student of Chair “Life safety”

*Samara State Technical University, Samara (Russia)*

*T.Yu. Freze*, PhD (Economics), Associate Professor,

assistant professor of Chair “Management of industrial and environmental safety”

*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*Keywords:* technical system reliability; equipment breakdown; protection devices systems; automated control devices.

*Abstract:* The paper considers the reliability – one of the characteristics of technical systems in manufacturing engineering. It is determined that the reliability weakness of technical systems causes the equipment breakdown. The authors enumerate the consequences of the equipment breakdown for the technical systems in the whole and note that various protection devices are provided to prevent serious consequences of the equipment breakdown. Technical system image has hierarchical structure changing over time. It is determined that the boundary condition of modeling of protection devices for technical systems is that the subsystems, the internal parameters of which are interrelated, are the functional protection system for technical systems. At the same time, the external links are strictly limited and defined. The authors considered the varieties of registered parameters and sub-varieties for technical systems and developed the mathematical model for quantitative assessment of protection devices. The model for all protection devices included in the considered object model is formed that makes possible to assess numerically the reliability of the technical system. The authors suggested the method of assessment of technical systems reliability on the base of analysis of possible breakdowns of the equipment and protection devices that allows preventing or minimizing the consequences of these breakdowns and developed the methodology, which on the base of protection devices model allows determining their necessary quantity and types at the system preset reliability in the whole. To describe formally the systems of protection devices, the set-theoretical concepts are used. The authors introduced the functional description of regulation, blocking and protection to characterize the technical systems protection devices and developed the model of the system (higher hierarchy level) for all protection devices included in the considered model of the object.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА СОВРЕМЕННЫХ СТАНКАХ С ЧПУ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИ СМЕННЫХ МОДУЛЕЙ НА ПРИМЕРЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

© 2016

*П.А. Огин*, аспирант

*Д.Г. Левашкин*, кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

**Ключевые слова:** энергоэффективные технологии; оптоволоконный лазер; автоматически сменный модуль; станок с ЧПУ.

**Аннотация:** Статья посвящена решению комплексной проблемы, охватывающей необходимость разработки технических решений, направленных на поиск экономически выгодных путей интеграции энергоэффективных технологий в современное производство и решения вопросов автоматизации энергоэффективных технологий в условиях многономенклатурного производства изделий машиностроения. На основе анализа ряда технико-экономических факторов, сдерживающих развитие и внедрение энергоэффективных технологий сегодня, – показано, что для условий современного производства актуальны разработки комплексных технических решений в области автоматизации энергоэффективных технологий, проработка новых технических эффектов, характерных для применения энергоэффективных технологий в действительных рыночных условиях.

В качестве одного из направлений решения комплексной проблемы в статье предлагается подход на основе внедрения автоматически сменных станочных модулей как в существующие производственные циклы, так и во вновь организуемые производства. Приведена конструкция устройства для реализации энергоэффективных лазерных технологий в рабочей зоне современного автоматизированного станочного оборудования. Представлено описание и концепция предлагаемого устройства, а также вариант его технического исполнения. Для решения вопросов автоматизации разработан алгоритм, позволяющий организовать функционирование устройства от штатной системы управления оборудованием при реализации энергоэффективных технологий лазерной обработки в рабочей зоне современного станка с ЧПУ. В основе конструкции модуля предложено использовать элементы стандартной и унифицированной оснастки современного станочного оборудования, а также элементы современного оптоволоконного лазера. Применительно к предложенной конструкции модуля приведены накладываемые технические ограничения его применения в зависимости от вариантов компоновки станка-носителя, а также рекомендации по организации циклов автоматизированной лазерной обработки с применением модуля. По результатам представленного исследования сформулированы ожидаемые эффекты использования модуля предлагаемой конструкции в комплексном подходе к решению вопросов автоматизации энергоэффективных технологий лазерной обработки, основные из которых – кратное снижение себестоимости продукции за счет сокращения затрат на оборудование и высокая производительность обработки деталей за счет сокращения потерь времени на подготовку производства.

### ВВЕДЕНИЕ

В современных производственных условиях реализация энергоэффективных технологий характеризуется наличием трех основных технико-экономических составляющих. В первую очередь, экономическая составляющая – фактор низкой цены – зачастую определяет конечный выбор потребителя в пользу того или иного технического решения. Во-вторых, уровень развития элементной базы лазеров, а именно систем доставки луча в зону обработки и источников лазерного излучения упрощает интеграцию лазерной системы непосредственно в производственные циклы. В-третьих – это развитие информационного обеспечения производства, а именно возможность применения единой информационной компонентной базы как для реализации управления процессами механической (лезвийной) обработки, так и для управления энергоэффективными технологиями, в том числе доставки луча лазера в зону обработки.

Значимость перечисленных составляющих характеризуется тем, что они в совокупности определяют необходимость разработки комплексного подхода в выборе систем производственного обеспечения для реали-

зации процессов механической (лезвийной) обработки и энергоэффективных технологий, в том числе доставки луча лазера в зону обработки на этапе формирования высокотехнологичного производства.

Современные системы производственного обеспечения механической обработки и системы обеспечения энергоэффективных технологий развиваются обособленно. Это существенно снижает темпы интеграции производственных систем энергоэффективных технологий в современное производство. Однако это противоречит направлению развития современного машиностроения, где наблюдается рост объемов применения энергоэффективных технологий в промышленности [1–6].

Также развитие указанных производственных систем происходит из единой компонентной базы (приводные системы, инструментальные системы, системы технологического оснащения), что вынуждает потребителя приобретать дублирующиеся элементы при реализации комплексных технологических процессов механической (лезвийной) и энергоэффективной обработки. Поэтому в настоящее время на рынке производственных систем сложилась критическая ситуация, когда, с одной стороны, потребитель заинтересован в приобретении

высокоэффективных энергоэффективных технологий и оборудования, а с другой – производитель промышленного оборудования не готов идти на сокращение элементной базы поставляемого на рынок высокоэффективного оборудования, не готов идти на сокращение прибыли и рост затрат на инжиниринг.

Обладая большим научно-промышленным потенциалом в области фотоники, Россия, к сожалению, существенно уступает развитым странам по масштабам практического ее использования, что наносит стране заметный экономический ущерб и замедляет ее модернизацию. В 2011 году была принята Стратегическая программа на 2015–2020 годы технологической платформы «Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии – Фотоника» [7]. Стратегическая программа составлена в соответствии с методическими рекомендациями Межведомственной комиссии по технологическому развитию президиума Совета при президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 30 октября 2014 г. (протокол № 36-Д19). Согласно стратегической программе, до 2017 года необходимо выполнить наиболее неотложные и дающие немедленный эффект инфраструктурные и технические проекты, нацеленные на обеспечение страны современной элементной базой фотоники, повышение инновационной активности, гибкости и конкурентоспособности отечественной обрабатывающей промышленности в результате широкого использования лазерно-оптического и оптоэлектронного оборудования, на массовое освоение фотоники в отечественном здравоохранении, сельском хозяйстве, системах связи, на транспорте и в других отраслях с существенным повышением их технических и экономических возможностей, производительности труда, экономической безопасности.

Поэтому разработки в области лазерных технологий, направленные на решение таких комплексных проблем, как сокращение издержек производства при применении лазерных технологий и повышении эффективности их применения, крайне актуальны.

Развитие систем доставки лазерного луча в зону обработки, в том числе применение для этих целей оптического волокна, позволяют производить передачу лазерного излучения на расстояние до 300 м без потери мощности. Применение роботизированных комплексов позволяет производить обработку по 5-ти и более осям. В целом, применение лазеров для решения задач сварки, резки, термоупрочнения, наплавки показало свою эффективность [8–15].

Однако эффективность применения того или иного вида лазерной обработки зачастую бывает ограничена высокой стоимостью ее реализации. В условиях массового производства применение лазерных технологий, например лазерной сварки кузовов в автомобилестроении, экономически обоснованно ввиду высокой степени автоматизации процесса, высокого качества и низкой себестоимости операции. Однако в условиях серийного и единичного типов производства в большинстве случаев применение лазерных технологий существенно повышает итоговую стоимость детали, поэтому их применение ограничено.

Анализ факторов ценообразования при применении той или иной лазерной технологии позволил выявить

ключевые компоненты, определяющие себестоимость применения этих технологий в производстве. Это и определяет ограничение на выбор и применение лазерных технологий.

В настоящее время стоимость лазерных технологий определяется в основном стоимостью лазерного оборудования и технологической оснастки к нему. Стоимость отдельного лазерного комплекса складывается из стоимости трех основных компонент: 1) источника излучения лазера; 2) системы приводов; 3) технологической оснастки.

При этом система приводов аналогична тем, что используются для малогабаритных маложестких станков, используемых при обработке цветных металлов, различных полимеров и деталей из древесины. Используемая технологическая оснастка аналогична применяемой на станках фрезерной, расточной, сверлильной групп. Происходит дублирование дорогостоящих элементов для обеспечения возможности реализации лазерных технологий и, соответственно, их значительное удорожание. В этой связи интеграция лазерного источника в действующую инструментальную систему станка позволит исключить дублирующие элементы системы при возможности реализации лазерных технологий непосредственно в рабочей зоне станка с ЧПУ, кратко сократить издержки заказчика при внедрении энергоэффективных технологий [16; 17]. Однако отсутствие соответствующей компонентной базы для решения вопросов интеграции энергоэффективных устройств в современные станочные комплексы, в том числе доставки луча лазера в зону обработки, является сдерживающим фактором современного производства.

В этой связи целью работы явилась разработка конструкции автоматического сменного модуля (далее по тексту – модуль) для реализации лазерных технологий на станках с ЧПУ фрезерной и расточной групп и кратного снижения стоимости лазерной обработки.

#### РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МОДУЛЯ

Анализ технических решений, направленных на интеграцию высокоэнергетических технологий в современные станочные комплексы, выявил основные преимущества и недостатки существующего подхода при решении данной проблемы.

В настоящее время интеграция технологий высокоэффективных высокоэнергетических технологий в существующие станочные комплексы происходит по принципу установки дополнительной (или основной) головки на базе шпиндельного узла станка [18; 19]. При этом происходит совершенствование технологических приемов применения лазерных технологий, в том числе развитие аддитивных технологий. Однако при этом не происходит снижения себестоимости лазерной обработки. В этой связи дальнейшее применение такого оборудования будет ограничено.

При этом положительным моментом можно считать развитие и апробацию систем доставки луча лазера, в частности по оптическому волокну, в зону обработки без каких-либо существенных технических ограничений. Также положительным является факт применения единой информационной составляющей при реализации указанных технологий на станочных комплексах с ЧПУ. Эти моменты были учтены при разработке конструкции предлагаемого модуля.

При разработке конструкции модуля был проведен анализ наиболее востребованных типов инструментальных систем станков с ЧПУ [20; 21].

К механизмам автоматической смены инструмента предъявляются требования обеспечения стабильного, точного, жесткого и надежного положения инструмента, а также минимальное время для его замены. По конструктивному и компоновочному исполнению все механизмы делят на три группы: 1) с заменой всего шпиндельного устройства (револьверные шпиндельные головки, магазины шпиндельных гильз); 2) со сменой инструмента в одном шпинделе (инструментальные магазины); 3) комбинированные (магазин в сочетании с револьверной головкой или автоматическая и ручная смена).

Наибольшую распространенность получили многоцелевые станки со сменой инструмента в одном шпинделе. Механизм смены инструмента в этом случае в общем виде состоит из инструментального магазина, автооператора для переноса инструментов от магазина в шпиндель и обратно и транспортного устройства для передачи инструмента из магазина к автооператору для его закрепления.

Магазины могут быть установлены на шпиндельной головке, на колонне, на столе и за пределами станка. При расположении магазина на столе станка уменьшается полезная площадь стола, увеличиваются затраты времени на смену инструмента, поэтому такой способ установки магазина не получил распространения.

Магазины выполняют дисковыми (см. поз. 2 на рис. 1 а, 1 б), барабанными (см. позицию 2 на рис. 1 в), цепными (см. поз. 2 на рис. 1 г), планетарными (см. поз. 2 на рис. 1 д).

Инструмент (см. поз. 1 на рис. 1) в таких магазинах может располагаться параллельно, радиально или наклонно к оси вращения магазина.

Анализ кинематики различных (рассматриваемых) схем инструментальных магазинов выявил ограничения для системы доставки луча лазера модуля. Так, ввиду необходимости выполнения постоянного радиуса сгиба для оптического волокна не менее 1,2 м, для станков с инструментальными магазинами барабанного, цепно-

го, планетарного типа невозможно использование модуля наряду со стандартным инструментом без существенной модернизации конструкции станка. При этом происходит существенное удорожание себестоимости реализации технологий лазерной обработки.

При использовании на станке с ЧПУ инструментального магазина дискового типа ограничение радиуса сгиба выполняется. При этом не требуется модернизация конструкции станка. Модуль может быть установлен в стандартной ячейке инструментального магазина станка.

Для возможности максимальной унификации разрабатываемого модуля с существующими системами инструментального обеспечения станков и решения вопросов автоматизации смены в шпинделе станка с ЧПУ корпус модуля оснащен зажимным элементом, выполненным сменным, например, в виде типового инструментального конуса станка.

В общем виде модуль (см. рис. 2) состоит из источника лазерного излучения (условно не показан), системы доставки лазерного излучения 1, оптической системы 2, а также зажимного элемента 3.

В качестве источника лазерного излучения для модуля могут быть использованы различные лазеры, в том числе импульсные, непрерывные, квазинепрерывные. Выбор источника лазерного излучения определяется производственными потребностями, а также из экономических соображений. В частности, при разработке конструкции модуля в качестве источника был использован иттербиевый квазинепрерывный лазер ЛК-150/1500-QCW-АС. В данном случае требовалось комплексное решение при реализации лазерной маркировки, лазерной термической обработки, а также лазерной наплавки. Выбор источника лазерного излучения определяет конструкцию и элементы оптической системы.

### ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ МОДУЛЯ

Для решения вопросов информационного обеспечения и управления работой модуля на станке с ЧПУ организуют последовательные циклы функционирования. По команде управляющей программы шпиндель станка

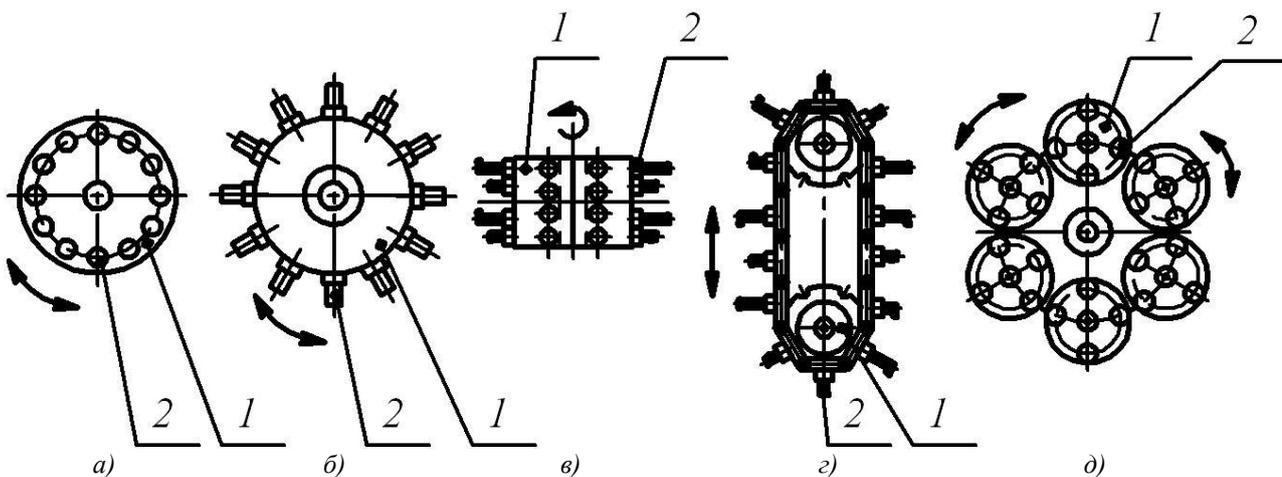


Рис. 1. Схемы инструментальных магазинов (буквами обозначен тип исполнения магазина): а, б – дисковый; в – барабанный; г – цепной; д – планетарный

перемещается в точку смены инструмента, которая находится в непосредственной близости к магазину инструментов станка. Далее магазин инструментов поворачивается так, чтобы устройство, предварительно размещенное в гнезде магазина, находилось напротив шпинделя. Двухпозиционный механический захват, находящийся между магазином и шпинделем, захватывает отработавший инструмент в шпинделе и устройство в гнезде инструментального магазина за направляющий фланец. Захват опускается вниз, освобождает отработавший инструмент и меняет их местами с устройством, совершая поворот на 180 градусов. Затем захват поднимается вверх, при этом зажимной элемент конусной частью ориентируется и зажимается в ответной части шпинделя, а отработавший инструмент размещается в гнезде инструментального магазина. Далее захват опускается вниз – освобождая устройство и инструмент. Шпиндель перемещается в исходную точку. Осуществляется последующее подключение устройства и лазерная обработка согласно управляющей программе. Дальнейшая смена устройства осуществляется в обратном порядке.

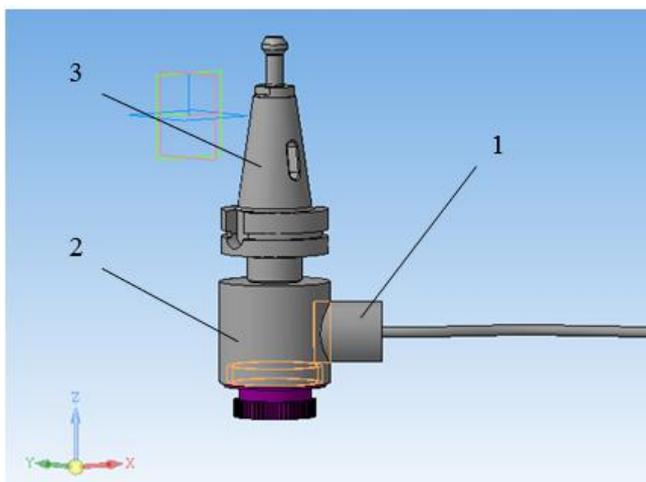


Рис. 2. 3-D модель разработанного модуля

Для представления структуры комбинированной механической (лезвийной) и лазерной обработки рассмотрим последовательность обработки корпусной детали с последующей лазерной маркировкой. В общем виде последовательность работы будет выглядеть следующим образом.

1. Составление в системах САМ (Computer Aided Manufacturing) программы обработки для реализации механической (лезвийной) обработки и получения требуемого контура детали.

2. Составление в системах САМ (Computer Aided Manufacturing) программы для лазерной маркировки детали. При этом составление программы обработки происходит в той же САМ системе, что и для механической (лезвийной) обработки.

3. Установка и закрепление в технологической оснастке заготовки детали.

4. Установка в инструментальную систему требуемого для обработки контура детали и ее маркировки инструмента и лазерного модуля.

5. Включение программы для механической обработки. Механическая (лезвийная) обработка заготовки и получение необходимого контура детали.

6. Автоматическая смена инструмента на лазерный модуль по указанному выше циклу.

7. Очистка поверхности под маркировку от остатков СОТС (при необходимости).

8. Включение модуля. Лазерная маркировка детали.

9. Удаление готовой детали из зоны обработки станка.

10. Механическая доработка (снятие заусенцев) детали (при необходимости).

Включение и выключение непосредственно источника лазерного излучения осуществляется по команде ЧПУ станка, согласно рабочей программе обработки для лазерной маркировки детали. При этом используются свободные коды системы ЧПУ станка.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Представленная конструкция автоматически сменного модуля позволяет реализовать комплекс лазерных технологий на станках с ЧПУ фрезерной и расточной групп, а также способствует кратному снижению себестоимости лазерной обработки.

При этом суммарный технико-экономический эффект от использования предлагаемого модуля позволяет решить критическое противоречие, имеющее место на рынке интересов потребителей и производителей промышленного технологического оборудования и оборудования для энергоэффективных технологий, в том числе за счет:

- отсутствия необходимости приобретения отдельной позиции лазерного центра для реализации задач лазерной обработки предприятием (наплавка, сварка, резка, маркировка, термическое упрочнение деталей);

- сокращения затрат, связанных с содержанием обслуживающего персонала;

- сокращения производственных площадей;

- сокращения времени на обработку детали (исключается необходимость переустановки детали, настройки лазерного центра на обработку детали, разработки программного обеспечения);

- кратчайших сроков окупаемости проекта.

Развитие конструкции модуля, а также технико-экономическое сравнение различных технологий с его применением является предметом дальнейших исследований.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игнатов А. Десять лет успеха: рынок фотоники и лазерных технологий (2004 – 2015 годы) // Фотоника. 2015. № 3. С. 10–26.
2. Райкис О. Диодные лазеры для лазерного плакирования: StatusQuo – QuoVadis // Фотоника. 2015. № 3. С. 48–55.
3. Казакевич В.С., Ярьско С.И. Тенденции развития рынка лазерных технологий для решения задач лазерной обработки материалов. Часть 1. мировой лазерный рынок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 4. С. 266–275.
4. Афримович В.Б., Казакевич В.С., Ярьско С.И. Тенденции развития рынка лазерных технологий для решения задач лазерной обработки материалов.

- Часть 2. Рынок лазерных технологий в России и Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 4-1. С. 276–286.
5. Сапрыкин Д.Л. Лазерные технологии для модернизации // Технология машиностроения. 2011. № 11. С. 73–80.
  6. Дежина И.Г. Новые производственные технологии: публичный аналитический доклад по направлению. Сколково: Сколковский Институт Науки и Технологий, 2015. 210 с.
  7. Ковш И.Б. Инновационные лазерные, оптические оптоэлектронные технологии – Фотоника: стратегическая программа на 2015–2020. М.: Фотоника, 2015. 59 с.
  8. Григорьянц А.Г., Щиганов И.Н., Мисюров А.И. Технические процессы лазерной обработки. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. 664 с.
  9. Малышев В.И., Бойченко О.В., Огин П.А. Модификация поверхности сталей и чугунов при помощи оптоволоконного лазера // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 56–61.
  10. Скрипченко А.И. Тестирование процесса закалки сталей излучением волоконных лазеров // РИТМ. 2007. № 5. С. 52–53.
  11. Попов В. Лазерное упрочнение сталей: сравнение волоконных и CO<sub>2</sub>-лазеров // Фотоника. 2009. № 4. С. 18–21.
  12. Сомонов В.В., Цибульский И.А. Эффективность использования волоконных лазеров для лазерной закалки изделий в промышленности // Металлообработка. 2014. № 1. С. 9–12.
  13. Майоров В.С. Лазерное упрочнение металлов // Лазерные технологии обработки материалов: современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. С. 439–469.
  14. Огин П.А., Мерсон Д.Л., Кондрашина Л.А., Васькин К.Я. Влияние режимов лазерной модификации на структуру, свойства и износостойкость мелкоразмерного инструмента из быстрорежущей стали P6M5 // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2015. № 4. С. 83–88.
  15. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов. М.: Машиностроение, 1989. 304 с.
  16. Огин П.А., Левашкин Д.Г. Концепция «носитель – оптоволоконный лазер» как единый комплекс для автоматизации технологических процессов // IV Резниковские чтения: труды междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. Тольятти: ТГУ, 2015. С. 362–365.
  17. Малышев В.И., Левашкин Д.Г., Селиванов А.С. Автоматизация гибридных и комбинированных технологий на основе модернизации станочного оборудования и выбора кинематических связей // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2010. № 3. С. 70–74.
  18. Жаринов В.Н., Жаринов В.В. Станок многоцелевой с числовым программным управлением, лазерной оптической головкой и автоматической сменой инструмента: патент РФ на изобретение № 2443534 от 24.02.2010.
  19. DMG-Mori. Линейка станков LASERTEC для реализации высокоэнергетических технологий // Станки, инструменты, измерительная техника. 2016. № 3. С. 66–68.
  20. Гуртяков А.М., Мойзес Б.Б. Металлорежущие станки. Типовые механизмы и системы металлорежущих станков. Томск: Томский политехнический университет, 2009. 112 с.
  21. Украженко К.А. Методика оценки и выбора типа инструментальной системы для многоцелевых станков // Вестник Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. 2003. № 4. С. 96–105.

## REFERENCES

1. Ignatov A. Ten Years of Success: Photonics Market and Laser Technologies (2004–2015). *Fotonika*, 2015, no. 3, pp. 10–25.
2. Raykis O. Diode lasers for laser cladding: Status Quo – QuoVadis. *Fotonika*, 2015, no. 3, pp. 48–55.
3. Kazakevich V.S., Yaresko S.I. Tendencies of development of the market of laser technologies for the solution of problems of laser processing of materials. Part 1. The world laser market. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2014, vol. 16, no. 4, pp. 266–275.
4. Afrimovich V.B., Kazakevich V.S., Yaresko S.I. Tendencies of development of the market of laser technologies for the solution of problems of laser processing of materials. Part 2. The market of laser technologies in Russia and the Samara region. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2014, vol. 16, no. 4-1, pp. 276–286.
5. Saprykin D.L. Laser technologies for modernization. *Tekhnologiya mashinostroeniya*, 2011, no. 11, pp. 73–80.
6. Dezhina I.G. *Novye proizvodstvennye tekhnologii: publichnyy analiticheskiy doklad po napravleniyu* [New manufacturing technologies: public analytical report by area of activity]. Skolkovo, Skolkovskiy Institut Nauki i Tekhnologiy Publ., 2015. 210 p.
7. Kovsh I.B. *Innovatsionnye lazernye, opticheskie optoelektronnye tekhnologii – Fotonika: strategicheskaya programma na 2015–2020* [Innovative laser, optical optoelectronic technologies – Photonika: strategic program for 2015–2020]. Moscow, Fotonika Publ., 2015. 59 p.
8. Grigoryants A.G., Shchiganov I.N., Misyurov A.I. *Tekhnicheskie protsessy lazernoy obrabotki* [Technical processes of laser treatment]. Moscow, MGТУ im. N.E. Bauman Publ., 2006. 664 p.
9. Malyshev V.I., Boychenko O.V., Ogin P.A. Steel and iron surface modification using the feber optic laser. *Sbornik nauchnykh trudov Sworld*, 2014, vol. 7, no. 4, pp. 56–61.
10. Skripchenko A.I. Testing of the process of steel hardening by fiber lasering. *RITM*, 2007, no. 5, pp. 52–53.
11. Popov V. Laser Hardening Steels. Comparison of Fiber and CO<sub>2</sub> Lasers. *Fotonika*, 2009, no. 4, pp. 18–21.
12. Somonov V.V., Tsibulskiy I.A. The efficiency of the use of fiber lasers for laser hardening products in the industry. *Metalloobrabotka*, 2014, no. 1, pp. 9–12.
13. Mayorov V.S. Laser hardening of metals. *Lazernye tekhnologii obrabotki materialov: sovremennye problemy fundamentalnykh issledovaniy i prikladnykh razrabotok*. Moscow, Fizmatlit Publ., 2009, pp. 439–469.

14. Ogin P.A., Merson D.L., Kondrashina L.A., Vaskin K.Ya. The influence of laser modification modes on the structure, properties and wear resistance of small-sized tool made of high-speed R6M5 steel. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 4, pp. 83–88.
15. Grigoryants A.G. *Osnovy lazernoy obrabotki materialov* [Fundamentals of laser working of metals]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1989. 304 p.
16. Ogin P.A., Levashkin D.G. “Carrier-fiber optic laser” conception as a single complex for technological processes automation. *Trudy mezhdunar. nauch.-tekhn. konferentsii “IV Reznikovskie chteniya”*. Togliatti, TGU Publ., 2015, part 1, pp. 362–365.
17. Malyshev V.I., Levashkin D.G., Selivanov A.S. Hybrid and combined technologies automation are based on cnc-machine tool equipment modernization and kinematical connections choice. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2010, no. 3, pp. 70–74.
18. Zharinov V.N., Zharinov V.V. *Stanok mnogotselovoy s chislovym programmym upravleniem, lazernoy opticheskoy golovkoy i avtomaticheskoy smenoy instrumenta* [Multipurpose numerically controlled machine with laser optical head and automatic tool changing]. Patent RF, no. 2443534, 2010.
19. DMG-Mori. The range of LASERTEC machines for high-energy technologies implementation. *Stanki, instrumenty, izmeritelnaya tekhnika*, 2016, no. 3, pp. 66–68.
20. Gurtyakov A.M., Moyzes B.B. *Metallorazhushchie stanki. Tipovye mekhanizmy i sistemy metallorazhushchikh stankov* [Metal cutting machines. Standard mechanisms and systems of metal cutting machines]. Tomsk, Tomskiy politekhnicheskii universitet Publ., 2009. 112 p.
21. Ukrazhenko K.A. Methodology for evaluation and selection of type of tool system for multipurpose machines. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. N.E. Baumana. Seriya: Mashinostroenie*, 2003, no. 4, pp. 96–105.

**THE IMPLEMENTATION OF ENERGY EFFICIENCY TECHNOLOGIES  
ON THE MODERN CNC MACHINES BY USING THE AUTOMATICALLY REPLACEABLE MODULES  
ON THE EXAMPLE OF LASER PROCESSING**

© 2016

*P.A. Ogin*, postgraduate student  
*D.G. Levashkin*, PhD (Engineering),  
assistant professor of Chair “Equipment and technologies of engineering production”  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*Keywords:* energy efficiency technologies; fiber optic laser; automatically replaceable module; CNC machine.

*Abstract:* The paper covers the solution of the complex issue involving the necessity of development of technical solutions oriented to the search of economically advantageous ways of integration of energy efficiency technologies to the modern production and the solution of the issues of the energy efficiency technologies automation in the conditions of multiproduct manufacture of the engineering goods. On the analysis of the number of technical and economic factors hindering the development and implementation of the energy efficiency technologies, the authors determined that, for the conditions of modern production, the developments of complex technical solutions in the sphere of the energy efficiency technologies automation, the elaboration of new technical effects typical for the application of energy efficiency technologies in the current market conditions are important today. The authors suggest using the approach based on the introduction of automatically replaceable modules both to the existing manufacturing cycles and to the newly organized manufactures as one of the directions of complex issue solution. The design of the device for implementation of energy efficiency laser technologies within the operating area of the modern automated machining equipment is introduced. The authors present the description and the concept of suggested device and the variant of its technical performance. To solve the automation issues, the algorithm is developed that allows organizing the device functioning using the regular system of the equipment control while implementing the energy efficiency technologies for laser processing within the operating area of modern CNC machine. It is offered to use in the module design the elements of standard and universal tool set of modern machining equipment and the elements of the modern fiber optic laser. In respect to the suggested module design, the imposed technical constraints for its application depending on the variants of the machine-carrier linking and the recommendation on the organization of cycles of automated laser processing using the module are introduced. According to the results of the study, the authors formulated the expected effects of the suggested module design application in the complex approach to the solution of issues of the automation of energy efficiency technologies for laser processing, the main of which are the multiple reduction of production cost due to the reduction of cost for the equipment and high capacity of the parts processing due to the loss reduction of time for the preproduction.

## ВЛИЯНИЕ МОЩНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЛУЧА НА ГЕОМЕТРИЮ ЗОНЫ ОПЛАВЛЕНИЯ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ ЗАКАЛКЕ СТАЛИ 40Х

© 2016

*П.А. Огин*, аспирант

*Д.Л. Мерсон*, доктор физико-математических наук, профессор  
*Тольяттинский государственный университет, Тольятти (Россия)*

*С.И. Ярьско*, доктор технических наук

*Самарский филиал Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, Самара (Россия)*

**Ключевые слова:** лазерная закалка; оптоволоконный лазер; зона оплавления; зона термического влияния.

**Аннотация:** Повышение эксплуатационных характеристик рабочих поверхностей деталей машин, технологической оснастки и металлорежущего инструмента актуально для современной промышленности. Одним из наиболее интенсивно развивающихся методов повышения износостойкости поверхностей трения является лазерная закалка. Лазерная закалка обрабатываемой поверхности возможна из жидкого или твердого состояния. При лазерной закалке из жидкого состояния достигаются наибольшие значения глубины и ширины упрочненного слоя. Для большой номенклатуры корпусных деталей возможно применение лазерной закалки с оплавлением поверхности. В связи с этим изучение структуры зоны упрочнения и выбор режимов, при которых достигаются максимальные характеристики упрочненного слоя, актуально для реализации технологии лазерной закалки в производственных условиях. В работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния мощности излучения квазинепрерывного оптоволоконного иттербиевого лазера и скорости движения луча лазера на геометрию зоны оплавления стали 40Х без учета изменения геометрии зоны термического влияния. На поверхности образцов с размерами 30×10×5 мм с помощью лазерного излучателя ЛК-150/1500-QCW-АС формировали одиночный термический след с отчетливо заметной зоной оплавления, поперечное сечение которого в дальнейшем изучали при помощи микроскопа ЛабоМет-1. В результате изучения геометрических характеристик поперечного сечения зоны оплавления установлены режимы обработки, при которых изменяется внешний вид сечения зоны оплавления, определены ее ширина и глубина в зависимости от мощности лазерного излучения. Установлены режимы лазерной обработки, при которых достигается наибольшая разница между глубиной зоны оплавления и глубиной кратера, образующегося на поверхности стали.

### ВВЕДЕНИЕ

Создание в приповерхностном слое сталей и сплавов структур, обладающих повышенными физико-механическими свойствами, актуально для современной промышленности при изготовлении деталей и инструмента различного назначения.

В ряде случаев целевая задача повышения ресурса конкретного типа изделия не предусматривает качественной модификации структуры используемого материала во всем его объеме, а решается путем применения методов поверхностного упрочнения. Согласно современным представлениям о природе технического ресурса, повышение уровня износостойкости деталей машин, механизмов и инструмента связано не столько с увеличением твердости контактирующих поверхностей, сколько с возможностью управления их физико-химическими свойствами в зависимости от интенсивности механического износа при изменении характера нагружения. Одним из методов, позволяющих реализовать такой подход, является лазерная упрочняющая обработка. Улучшение физико-механических свойств рабочих поверхностей, наиболее подверженных износу, обеспечивает существенный рост эксплуатационных характеристик деталей в течение всего периода работы [1].

По мере развития источников лазерного излучения (в том числе с появлением оптоволоконных лазеров) и совершенствования систем доставки излучения в зону обработки возрастают возможности лазерных технологий, используемых для улучшения физико-механических свойств изнашиваемых поверхностей. К методам лазерной модификации относятся лазерная закалка, лазерное

легирование, лазерная наплавка, лазерная аморфизация и др. [2–14]. Из них технологически более просто реализуется лазерная закалка, существенным преимуществом которой является отсутствие необходимости введения в зону обработки дополнительных легирующих элементов и присадочных материалов.

Сущность процесса лазерной закалки заключается в локальном нагреве участка поверхности материала под воздействием излучения и последующем его охлаждении со сверхкритической скоростью в результате отвода теплоты во внутренние слои металла. Процесс закалки поверхности сталей и сплавов при воздействии лазерного излучения может происходить как в твердом, так и в жидком состоянии при частичном оплавлении поверхности материала в зоне обработки. Оба эти метода могут использоваться в промышленности. Их применение, в основном, регламентируется условиями эксплуатации изделия и трудоемкостью реализации процесса закалки.

При лазерной закалке из твердого состояния (без оплавления поверхности) образуется слой с повышенными физико-механическими свойствами. В этом случае глубина зоны упрочнения при закалке импульсным и непрерывным излучением составляет 0,07–0,15 и 0,8–0,9 мм соответственно [15; 16]. Увеличение глубины упрочненного слоя возможно при обработке с оплавлением поверхности. В частности, в источнике [17] показано, что при закалке сталей и чугунов излучением иттербиевого лазера при плотности мощности более  $9 \cdot 10^3$  Вт/см<sup>2</sup> и скорости движения лазерного луча менее 10 мм/с создаются условия для появления ванны расплава.

При лазерной закалке из жидкого состояния (с оплавлением поверхности) происходит образование нескольких слоев, расположение которых по глубине обусловлено распределением температуры в зоне лазерного воздействия [18]. В частности, для большинства конструкционных материалов при лазерной закалке с оплавлением поверхности характерно образование оплавленного слоя и зоны термического влияния (ЗТВ) (см. рис. 1).

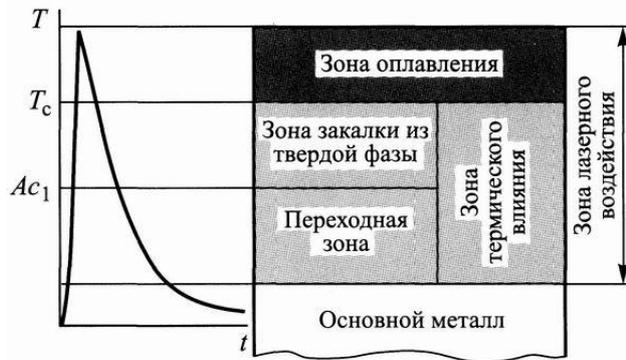


Рис. 1. Структура зоны лазерного воздействия после лазерной закалки

Этот вид закалки позволяет получать слои с повышенными физико-механическими свойствами глубиной до нескольких миллиметров. Существует ряд работ, посвященных изучению структуры материала при лазерной закалке из жидкого состояния [19–21], в связи с чем в настоящей статье преимущественно исследовались геометрические характеристики зоны оплавления в зависимости от режимов лазерной обработки излучением иттербиевого лазера.

Назначение режимов обработки, при которых достигается наибольшая разница между глубиной упрочненного слоя и толщиной слоя удаляемого материала с нару-

шенной геометрией (назовем его «технологическим слоем»), для различных конструкционных материалов является необходимым условием при разработке требований к режимам лазерной закалки из жидкого состояния при ее применении в производственных условиях.

Цель работы – изучение влияния мощности лазерного излучения и скорости движения луча лазера на геометрию зоны оплавления конструкционной стали 40Х при лазерной закалке из жидкой фазы.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для лазерной закалки использовали образцы из стали 40Х в отожженном состоянии размерами 30×10×5 мм. Изменение размеров ЗТВ при вариации режимов лазерной обработки в работе не изучалось. Анализировались размеры зоны оплавления, изменяющиеся в широких пределах при изменении мощности и скорости обработки. Шероховатость поверхности всех образцов  $Ra$  0,63.

Эксперименты проводили с использованием лазерной машины ЛКД4-015.150, имеющей в составе оптоволоконный иттербиевый квазинепрерывный лазерный источник. Мощность лазерного излучения ( $P$ ) варьировалась в пределах от 30 до 220 Вт, скорость обработки ( $V$ ) – от 2 до 10 мм/с. Во всех экспериментах частота следования импульсов ( $f$ ) составила 25 кГц при длительности единичного импульса ( $\tau$ ) 20 мкс. При лазерной обработке формировался одиночный термический след на всей поверхности образца.

Геометрию зоны оплавления на микрошлифе изучали при помощи металлографического микроскопа ЛабоМет-1.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изменение геометрии ванны расплава, вызванное увеличением мощности лазерного излучения при движении луча с постоянной скоростью ( $V=10$  мм/с), показано на рисунке 2.

При анализе микрошлифов установлено, что при мощности лазерного излучения более 50 Вт начинается

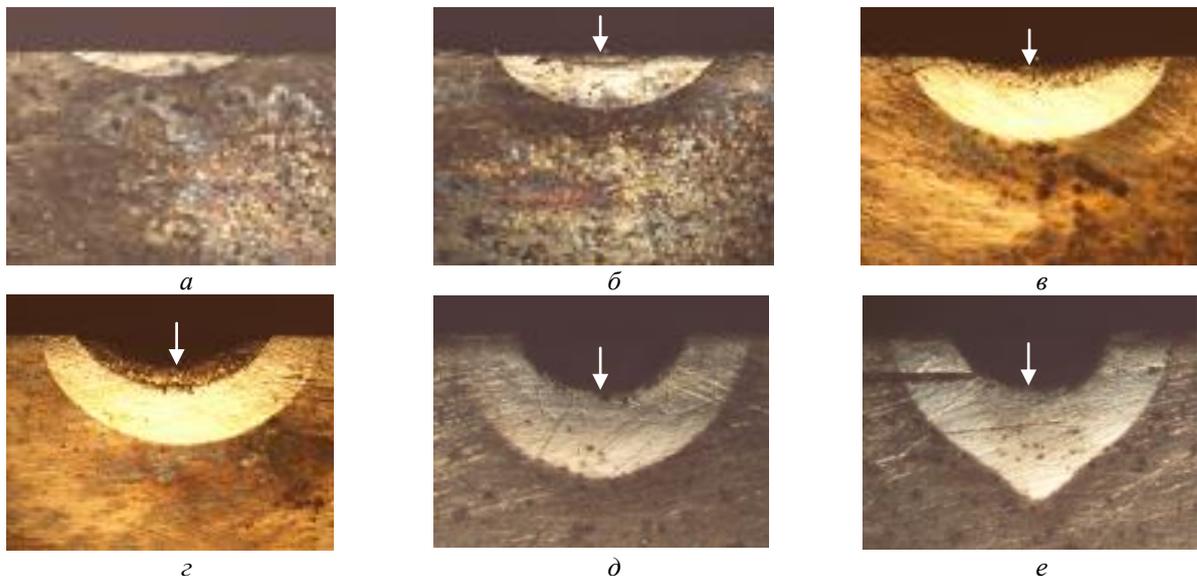


Рис. 2. Изменение геометрии ванны расплава с увеличением мощности лазерного излучения при  $V=10$  мм/с: а – 30 Вт; б – 60 Вт; в – 120 Вт; г – 150 Вт; д – 190 Вт; е – 210 Вт

процесс активного перемешивания металла в ванне расплава и процесс испарения части обрабатываемого материала, о чем свидетельствует наличие кратера – технологического слоя (см. описание выше) (на рис. 2 показан стрелкой). В диапазоне мощности от 30 до 190 Вт при скорости обработки 10 мм/с поперечное сечение ванны расплава представляет сегмент окружности. Однако при мощности более 190 Вт происходит изменение формы поперечного сечения ванны расплава. Она становится подобна усеченному конусу и приближается к форме, близкой в сечении к клину (рис. 2 е).

Изменение геометрии ванны расплава, вызванное уменьшением скорости движения луча при постоянной мощности лазерного излучения ( $P=100$  Вт), показано на рис. 3.

Видно, что при скорости движения луча 6 мм/с и выше зона расплава в поперечном сечении представляет собой сегмент окружности с ярко выраженным кратером – технологическим слоем (см. рис. 3 а, 3 б). При скорости движения луча менее 6 мм/с поперечное сечение ванны расплава приближается к форме клина (рис. 3 в, 3 г). Скорее всего, это связано с резким повышением плотности мощности в зоне обработки. Такая форма ванны расплава обычно характерна для начальной стадии процесса лазерного раскроя материала.

При проведении экспериментальных исследований были определены ширина зоны оплавления (рис. 4) и ее глубина (рис. 5, кривая 1), а также глубина кратера – технологического слоя (рис. 5, кривая 2) в зависимости от мощности лазерного излучения.

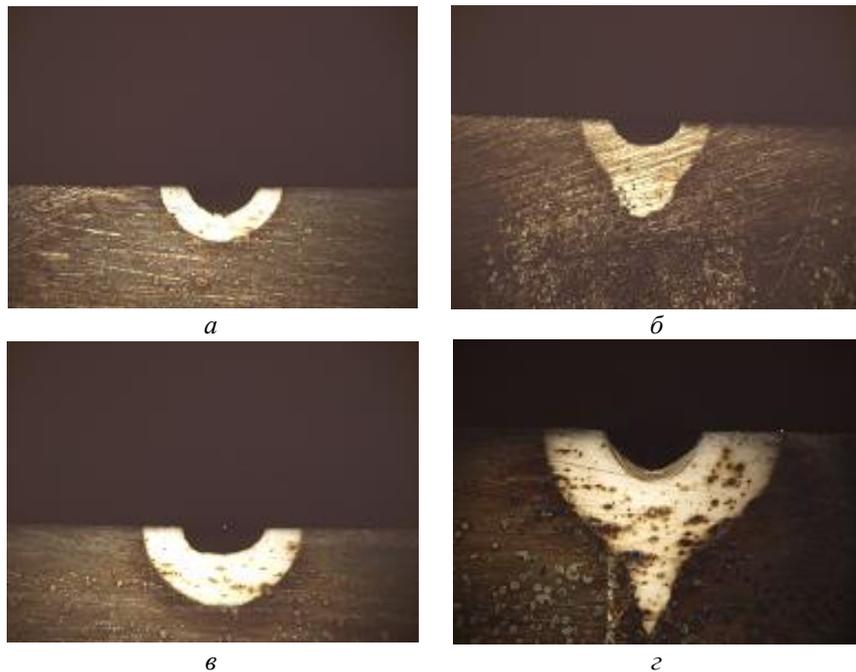


Рис. 3. Изменение геометрии ванны расплава при уменьшении скорости движения луча при  $P=100$  Вт: а –  $V=8$  мм/с; б –  $V=6$  мм/с; в –  $V=4$  мм/с; г –  $V=2$  мм/с

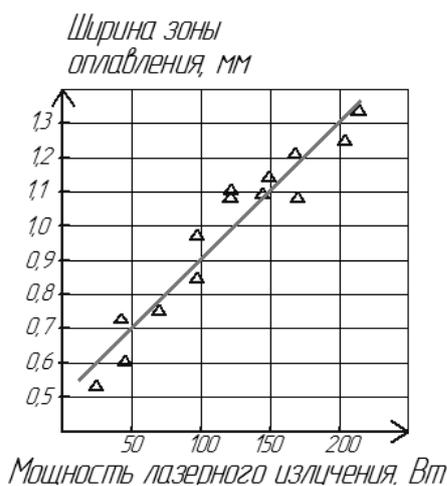


Рис. 4. Зависимость ширины зоны оплавления от мощности лазерного излучения

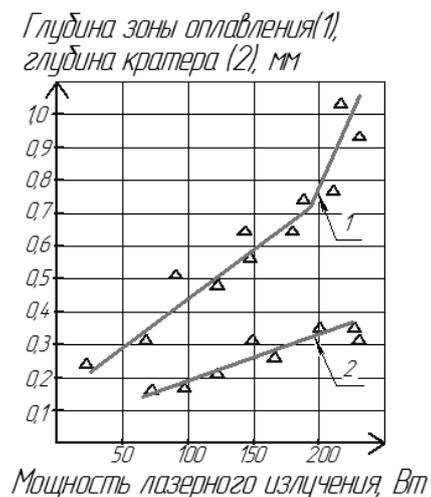


Рис. 5. Зависимость глубины зоны оплавления (1) и глубины кратера (2) от мощности лазерного излучения

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследований поперечных микрошлифов зоны оплавления показывают, что геометрические характеристики зоны оплавления зависят как от мощности лазерного излучения, так и скорости движения луча лазера. При мощности от 30 до 190 Вт и скорости обработки 10 мм/с, а также при  $V \geq 6$  мм/с и мощности лазерного излучения 100 Вт сечение зоны оплавления представляет сегмент окружности.

Форма сечения зоны оплавления существенным образом зависит от режимов лазерной обработки. В частности, при экспериментальных исследованиях в ряде случаев была получена форма поперечного сечения зоны оплавления, близкая к форме клина (см. рис. 2 е, 3 в и 3 г). Это, как уже отмечалось, скорее всего, обусловлено резким повышением плотности мощности в зоне обработки.

Анализ графиков (рис. 4, 5) позволяет сделать вывод, что при обработке стали 40Х целесообразно использовать режимы, при которых мощность излучения превышает 180 Вт при скорости движения луча 10 мм/с, так как в этом случае зафиксирована максимальная по ширине и глубине зона оплавления.

В результате экспериментов установлен режим обработки, при котором достигнуто наибольшее значение разницы между глубиной зоны оплавления и глубиной кратера, равное 0,4 мм при максимальной ширине обработанного участка (1,1 – 1,2) мм. Мощность лазерного излучения в этом случае составила 180 Вт. Использование такого режима при многопроходной обработке позволяет минимизировать общее количество проходов, необходимых для упрочнения заданной площади, при сохранении максимальной глубины упрочненного слоя.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что:

1) геометрия зоны расплава зависит от режимов обработки и представляет собой в поперечном сечении либо сегмент окружности, либо клин, что указывает на границы применимости рассмотренных режимов для упрочняющей обработки;

2) при мощности лазерного излучения более 190 Вт и скорости движения луча лазера 10 мм/с, а также при мощности лазерного излучения 100 Вт и скорости движения луча лазера менее 6 мм/с происходит изменение формы сечения зоны оплавления от сегмента окружности к клину; применение в производственных условиях этих режимов нежелательно, так как при этом не происходит увеличения ширины зоны оплавления, а наблюдается увеличение глубины кратера (технологического слоя);

3) наибольшая разница между глубиной зоны оплавления и глубиной кратера, равная 0,4 мм, достигается при мощности лазерного излучения 180 Вт и скорости движения луча 10 мм/с.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козаков А.Т., Ярьско С.И., Сидашов А.В. Модификация и анализ поверхности сталей и сплавов. Ростов н/Д.: ФГБОУ ВПО РГУПС, 2015. 378 с.

2. Скрипченко А.И. Тестирование процесса закалки сталей излучением волоконных лазеров // РИТМ. 2007. № 5. С. 52–53.
3. Попов В. Лазерное упрочнение сталей: сравнение волоконных и CO<sub>2</sub>-лазеров // Фотоника. 2009. № 4. С. 18–21.
4. Сомонов В.В., Цибульский И.А. Эффективность использования волоконных лазеров для лазерной закалки изделий в промышленности // Металлообработка. 2014. № 1. С. 9–12.
5. Lee J.-H., Jang J.-H., Joo B.-D., Son Y.-M., Moon Y.-H. Laser surface hardening of AISI H13 tool steel // Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition). 2009. Vol. 19. № 4. P. 917–920.
6. Kim J.-D., Lee M.-H., Lee S.-J., Kang W.-J. Laser transformation hardening on rod-shaped carbon steel by Gaussian beam // Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition). 2009. Vol. 19. № 4. P. 941–945.
7. Горынин В., Кондратьев С., Попов В. Лазерное модифицирование трибологических свойств сталей и цветных сплавов // Фотоника. 2010. № 3. С. 26–33.
8. Чирков А. Лазерно-плазменное наноструктурирование поверхностных слоев сталей при атмосферных условиях // Фотоника. 2008. № 4. С. 28–31.
9. Синяков К.А. Влияние скорости нагрева на структуру и свойства инструментальных сталей // Инструмент и технологии. 2008. № 5. С. 151–158.
10. Бирюков В. Восстановление и упрочнение поверхностей лазерным излучением // Фотоника. 2009. № 3. С. 14–17.
11. Бирюков В. Изменение структуры и свойств сталей при лазерном упрочнении // Фотоника. 2012. Т. 33. № 3. С. 22–27.
12. Adel K.M., Dhia A.S., Ghazali M.J. The effect of laser surface hardening on the wear and friction characteristics of acicular bainitic ductile iron // International Journal of Mechanical and Materials Engineering. 2009. Vol. 4. № 2. P. 167–171.
13. Grum J. Comparison of different techniques of laser surface hardening // Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. 2007. Vol. 24. P. 17–25.
14. Пинахин И.А., Тоескин С.А. Выбор режимов объемного импульсного лазерного упрочнения (ОИЛУ) по износостойкости режущих инструментов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2013. № 2. С. 78–81.
15. Ярьско С.И., Горяинов Д.С. Формирование температурного поля в режущем клине инструмента при импульсной упрочняющей лазерной обработке // Упрочняющие технологии и покрытия. 2012. № 7. С. 30–36.
16. Ситкина Л.П., Ярьско С.И. Эффективность технологии лазерной упрочняющей обработки в инструментальном производстве // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2013. Т. 9. № 7. С. 40–43.
17. Малышев В.И., Бойченко О.В., Огин П.А. Модификация поверхности сталей и чугунов при помощи оптоволоконного лазера // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 56–61.

18. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технические процессы лазерной обработки. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. 664 с.
19. Гилев В.Г., Морозов Е.А., Пуртов И.Б., Русин Е.С. Исследование микроструктуры и микротвердости зон лазерного оплавления чугуна НИРЕЗИСТ ЧН16Д7ГХ // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 6-1. С. 227–233.
20. Огин П.А. Структура и свойства зон перекрытия при лазерной закалке сталей и чугунов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2015. № 2. С. 130–135.
21. Магин Д.Ю., Костромин С.В. Исследование структуры и свойств высокопрочной теплостойкой стали после объемной термической обработки и лазерного поверхностного упрочнения // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 4. С. 256–261.
10. Biryukov V. Surface Recovery and Strengthening with Laser Emission. *Fotonika*, 2009, no. 3, pp. 14–17.
11. Biryukov V. Steels Structure and Properties Variations in the Process of Laser Hardening. *Fotonika*, 2012, vol. 33, no. 3, pp. 22–27.
12. Adel K.M., Dhia A.S., Ghazali M.J. The effect of laser surface hardening on the wear and friction characteristics of acicular bainitic ductile iron. *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*, 2009, vol. 4, no. 2, pp. 167–171.
13. Grum J. Comparison of different techniques of laser surface hardening. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 2007, vol. 24, pp. 17–25.
14. Pinakhin I.A., Toeskin S.A. Selecting surround pulsed laser hardening (vplh) for wear of cutting tools. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federalnogo universiteta*, 2013, no. 2, pp. 78–81.
15. Yaresko S.I., Goryainov D.S. Formation of a temperature field in a cutting wedge of the tool at pulse laser hardening. *Uprochnyayushchie tekhnologii i pokrytiya*, 2012, no. 7, pp. 30–36.
16. Sitkina L.P., Yaresko S.I. The efficiency of laser hardening processing technology in tool manufacture. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2013, vol. 9, no. 7, pp. 40–43.
17. Malyshev V.I., Boychenko O.V., Ogin P.A. Modification of steel and iron surface using fiber optic laser. *Sbornik nauchnykh trudov Sworld*, 2014, vol. 7, no. 4, pp. 56–61.
18. Grigoryants A.G., Shiganov I.N., Misyurov A.I. *Tekhnicheskie protsessy lazernoy obrabotki* [Technical processes of laser treatment]. Moscow, MGTU im. N.E. Bauman Publ., 2006. 664 p.
19. Gilev V.G., Morozov E.A., Purtoev I.B., Rusin E.S. Microstructure and microhardness research of ni-rezist cast iron after laser surface melting. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2014, vol. 16, no. 6-1, pp. 227–233.
20. Ogin P.A. The structure and characteristics of the overlap areas during the laser hardening of steels and irons. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 2, pp. 130–135.
21. Magin D.Yu., Kostromin S.V. The study of structure and properties of high-resistance hot-working steel after bulk heat treatment and laser surface hardening. *Trudy Nizhegorodskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. R.E. Alekseeva*, 2013, no. 4, pp. 256–261.

#### REFERENCES

1. Kozakov A.T., Yaresko S.I., Sidashov A.V. *Modifikatsiya i analiz poverkhnosti staley i splavov* [Modification and analysis of steels and alloys surface]. Rostov-on-Don, FGBOU VPO RGUPS Publ., 2015. 378 p.
2. Skripchenko A.I. Testing of the process of steel hardening by fiber lasers emission. *RITM*, 2007, no. 5, pp. 52–53.
3. Popov V. Laser Hardening Steels. Comparison of Fiber and CO<sub>2</sub> Lasers. *Fotonika*, 2009, no. 4, pp. 18–21.
4. Somonov V.V., Tsubulskiy I.A. The efficiency of the use of fiber lasers for laser hardening products in the industry. *Metalloobrabotka*, 2014, no. 1, pp. 9–12.
5. Lee J.-H., Jang J.-H., Joo B.-D., Son Y.-M., Moon Y.-H. Laser surface hardening of AISI H13 tool steel. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 2009, vol. 19, no. 4, pp. 917–920.
6. Kim J.-D., Lee M.-H., Lee S.-J., Kang W.-J. Laser transformation hardening on rod-shaped carbon steel by Gaussian beam. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 2009, vol. 19, no. 4, pp. 941–945.
7. Gorynin V., Kondratev S., Popov V. Laser Modification of Tribological Behavior of Steel and Nonferrous Alloys. *Fotonika*, 2010, no. 3, pp. 26–33.
8. Chirkov A. Laser-plasma steel surface layer nanostructuring under atmosphere conditions. *Fotonika*, 2008, no. 4, pp. 28–31.
9. Sinyakov K.A. The influence of heating rate on the structure and properties of instrument steels. *Instrument i tekhnologii*, 2008, no. 5, pp. 151–158.

**THE INFLUENCE OF LASER EMISSION AND BEAM VELOCITY ON THE GEOMETRY  
OF FLASHING ZONE DURING LASER HARDENING OF 40H STEEL**

© 2016

*P.A. Ogin*, postgraduate student

*D.L. Merson*, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor  
*Togliatti State University, Togliatti (Russia)*

*S.I. Yaresko*, Doctor of Sciences (Engineering)

*Samara branch of P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences, Samara (Russia)*

*Keywords:* laser hardening; fiber optic laser; fluxed zone; heat-affected zone.

*Abstract:* The improvement of operating characteristics of the working surfaces of machine parts, tooling and metal cutting tools is important for the modern industry. Laser hardening is one of the most intensively developing methods of improvement of friction surfaces wear resistance. Laser hardening of treated surface is possible from liquid or solid state. The largest values of depth and width of a hardened layer are achieved when laser hardening from the liquid state. The application of laser hardening with surface flashing is possible for a large range of body parts. In this regard, the study of hardened zones structure and the selection of modes that cause the maximum hardened layer characteristics are important for the implementation of laser hardening technology under factory conditions. The paper presents the results of experimental study of the influence of the emission power of the quasi-continuous fiber optic ytterbium laser and laser beam velocity on the geometry of 40H steel flashing zone, not including changes in heat-affected zone geometry. Using the LK-150/1500-QCW-AC laser emitter, the authors formed on the surface of 30×10×5 mm samples the isolated thermal wake with distinctively noticeable fluxed zone and then studied the cross-section of this wake using the LaboMet-1 microscope. In the result of the study of fluxed zone cross-section geometric characteristics, the authors determined the treatment modes at which the fluxed zone cross-section appearance changed and defined its width and depth depending on the laser emission power. Laser treatment modes are defined when the largest difference between the fluxed zone depth and the depth of the crater formed on steel surface is achieved.

## ТЕРМОУПРУГИЕ МАРТЕНСИТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В МОНОКРИСТАЛЛАХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА Fe–Ni–Co–Al–Nb(V) ПРИ ДЛИТЕЛЬНЫХ ВРЕМЕНАХ СТАРЕНИЯ

© 2016

*М.Ю. Панченко*, студент

*О.А. Куц*, аспирант

*И.В. Киреева*, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник

*Ю.И. Чумляков*, доктор физико-математических наук, профессор

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск (Россия)*

**Ключевые слова:** термоупругие мартенситные превращения; эффект памяти формы; монокристаллы сплавов на основе железа.

**Аннотация:** На монокристаллах сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb (Nb) и Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % В (NbV) (ат. %), ориентированных для растяжения вдоль [001]-направления, исследовано развитие термоупругого мартенситного превращения из ГЦК- $\gamma$  высокотемпературной фазы в ОЦТ- $\alpha'$  мартенсит после старения при 973 К в течение 20 ч. Показано, что бор приводит: к замедлению процессов старения: в NbV-кристаллах частицы  $\gamma'$ -фазы имеют размер 12–14 нм, а в Nb-кристаллах – 18–25 нм; к понижению температуры начала мартенситного превращения  $M_s$ : в NbV-кристаллах  $M_s=108$  К, а в Nb-кристаллах  $M_s=116$  К; к увеличению уровня напряжений при температуре  $M_s$ : в NbV-кристаллах напряжения при температуре  $M_s$  равны 70 МПа, а в Nb-кристаллах – 31 МПа. Уровень напряжений высокотемпературной фазы определяется размером частиц  $\gamma'$ -фазы: в Nb-кристаллах с большим размером частиц  $\gamma'$ -фазы напряжения высокотемпературной фазы оказываются выше, чем в NbV-кристаллах, где частицы  $\gamma'$ -фазы имеют меньший размер. При развитии термоупругого  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП под нагрузкой в Nb- и NbV-кристаллах после старения в течение 20 ч при 973 К наблюдается эффект памяти формы величиной 2,6 % и 2,2 % соответственно, а сверхэластичность не обнаружена. Показано, что физическая причина отсутствия сверхэластичности в Nb-кристаллах связана с наличием хрупкой  $\beta$ -фазы, которая приводит к разрушению кристаллов с самого начала развития  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП под нагрузкой, а в NbV-кристаллах – с увеличением механического гистерезиса.

### ВВЕДЕНИЕ

Сплавы на основе железа как конструкционные материалы широко используются в промышленности. В последнее десятилетие большой интерес исследователей направлен на разработку сплавов на основе железа, испытывающих термоупругие мартенситные превращения (МП) с эффектом памяти формы (ЭПФ) и сверхэластичности (СЭ) [1–8]. Низкая стоимость, высокая пластичность, податливость механической обработке и сварке сплавов на основе железа с термоупругими МП открывают перспективы для создания нового класса материалов: «Конструкционные материалы с функциональными свойствами (ЭПФ и СЭ) на основе железа». Хорошо известные сплавы на основе NiTi с ЭПФ не могут быть использованы в больших масштабах из-за высокой стоимости [9; 10], и будущее широкое практическое применение функциональных материалов в промышленности связано со сплавами на основе железа с ЭПФ.

Известно, что сплавы на основе железа имеют атомно-неупорядоченную структуру, и, как правило, в них наблюдаются нетермоупругие МП [11–13]. Установлено [1–8], что за счет старения в сплавах на основе железа FeNiCoTi, FeNiCoAlX (X=Ti, Ta, Nb), при котором выделяются дисперсные частицы упорядоченной  $\gamma'$ -фазы, можно создать условия для наблюдения термоупругих  $\gamma$ - $\alpha'$  ( $\gamma$  – гранецентрированная кубическая решетка,  $\alpha'$  – объемноцентрированная тетрагональная решетка) МП. Выделение дисперсных частиц упорядоченной  $\gamma'$ -фазы повышает уровень прочностных свойств высокотемпературной фазы, уменьшает величину термического гистерезиса в 10–15 раз, увеличивает тетрагональность  $\alpha'$ -мартенсита по сравнению с закаленным состоянием

и, таким образом, создает условия для развития термоупругого  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП с ЭПФ и СЭ, величина которых может варьироваться от 2 до 13,5 % [1–8]. Исследования на монокристаллах сплавов на основе железа, составленных при 973 К в течение 1–10 ч [4; 5], показали, что величина ЭПФ, СЭ и температурного интервала СЭ зависит от времени старения при одной температуре старения. Однако при старении в течение 1–10 ч в монокристаллах сплавов на основе железа функциональные свойства ЭПФ и СЭ лежат в основном в области низких температур  $T < 290$  К [4; 5]. Известно [10], что за счет выделения частиц второй фазы можно не только изменять структуру мартенсита, но и управлять уровнем напряжений исходной высокотемпературной фазы и температурами МП. Поэтому целью настоящей работы является выяснение возможности повышения температур  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП и наблюдения ЭПФ и СЭ в температурном интервале 213–300 К в монокристаллах сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb (Nb) и Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % В (NbV) (ат. %) после старения при 973 К в течение 20 ч при деформации растяжением. Для исследования были выбраны монокристаллы, ориентированные вдоль [001]-направления, поскольку кристаллы данной ориентации при растяжении обладают максимальным теоретическим значением деформации решетки  $\epsilon_0[001]=8,7$  % при  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП [1; 14].

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Монокристаллы сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb (Nb) и Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % В (NbV) (ат. %) выращивали

методом Бриджмена в среде инертного газа. После роста монокристаллы гомогенизировали при  $T=1550$  К, 12 ч в среде инертного газа с последующей закалкой в воду. Ориентацию кристаллов определяли на дифрактометре ДРОН-3. Образцы для растяжения вдоль  $[001]$ -направления вырезали на электроискровом станке. Старение проводили при  $T=973$  К в течение 20 ч в среде инертного газа с последующей закалкой в воду. ЭПФ измеряли на специально сконструированной установке при охлаждении/нагреве при различном уровне внешних напряжений. Механические свойства кристаллов исследовали на установке Instron 5969 в интервале температур от 77 до 525 К при скорости деформации  $4 \cdot 10^{-4}$  с $^{-1}$ .

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования температурной зависимости электрического сопротивления  $\rho(T)$  Nb- и NbV-кристаллов, состаренных в течение 20 ч при 973 К, показали, что в этих кристаллах после старения наблюдается  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП с температурой начала прямого МП при охлаждении  $M_s$ , равной 108 и 116 К соответственно. Следует отметить, что после старения в течение 20 ч при 973 К в Nb- и NbV-кристаллах получить полную петлю на кривой зависимости  $\rho(T)$  не удастся из-за низких значений температуры конца МП при охлаждении  $M_f$ , и следовательно,  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП при этих условиях старения оказывается незавершенным. При меньших временах старения  $t < 20$  ч при 973 К в Nb- и NbV-кристаллах на кривой зависимости  $\rho(T)$  при охлаждении/нагреве в свободном состоянии температуру МП при охлаждении  $M_s$  не удалось обнаружить, поскольку она находилась ниже температуры 77 К [4; 5].

Электронно-микроскопические исследования показали, что при старении в течение 20 ч при  $T=973$  К в Nb- и NbV-кристаллах выделяются частицы  $\gamma'$ -фазы (рис. 1). В кристаллах Nb частицы  $\gamma'$ -фазы имеют размер 18–25 нм, а в кристаллах NbV при том же времени старения – 12–14 нм. Следовательно, бор замедляет процессы старения. Ранее замедление процессов старения при легировании монокристаллов Nb бором нами было обнаружено при старении при 973 К в течение 5 и 10 ч [5].

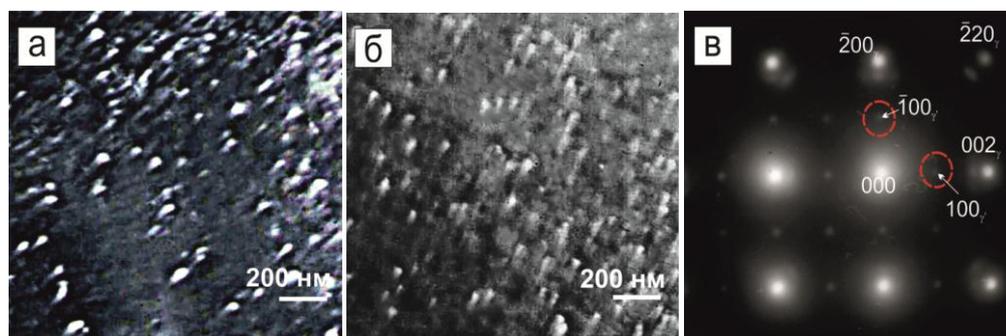
На рис. 2 представлена температурная зависимость критических напряжений  $\sigma_{0,1}$  для Nb- и NbV-монокристаллов с осью растяжения вдоль  $[001]$ -направления

в однофазном состоянии и после старения при 973 К в течение 20 ч в температурном интервале  $T=77$ –523 К.

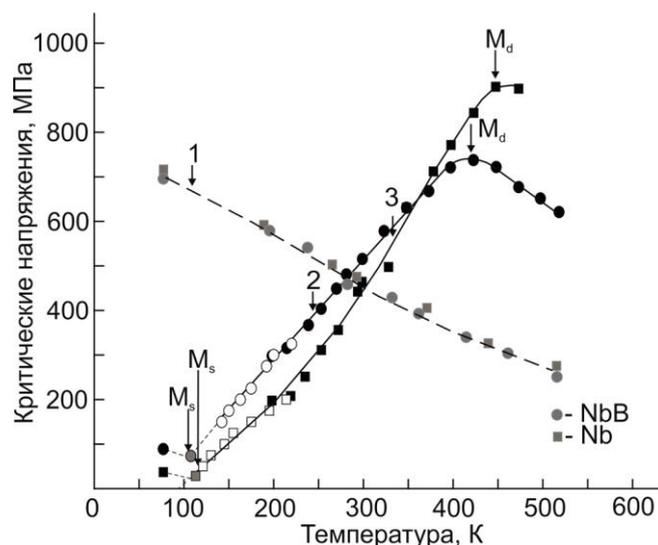
По кривой 1 рис. 2 видно, что в однофазном состоянии после закалки от 1550 К, 1 ч в Nb- и NbV-кристаллах кривая  $\sigma_{0,1}(T)$  имеет характерную для моно- и поликристаллов ГЦК-сплавов нормальную температурную зависимость – с увеличением температуры испытания  $\sigma_{0,1}$  уменьшаются [15; 16]. Это является качественным подтверждением, что  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП под нагрузкой в однофазных Nb- и NbV-кристаллах в температурном интервале  $T=77$ –550 К не развивается при напряжениях вблизи предела текучести. Это согласуется с экспериментальными данными при исследовании температурной зависимости  $\rho(T)$ , на которой в однофазных Nb- и NbV-кристаллах изменений на зависимости  $\rho(T)$ , связанных с МП, не обнаружено при охлаждении до 77 К и при нагреве до 400 К в свободном состоянии. В однофазных NbV-кристаллах после закалки  $\sigma_{0,1}$  при легировании бором до 0,05 ат. % во всем исследуемом температурном интервале оказываются равными  $\sigma_{0,1}$  в кристаллах Nb (рис. 2, кривая 1). Следовательно, малые концентрации бора 0,05 ат. % не приводят к твердорастворному упрочнению, которое обычно имеет место при твердорастворном упрочнении в ГЦК моно- и поликристаллах при концентрациях атомов внедрения более 0,4 ат. % [16]. При старении в течение 20 ч при 973 К температурная зависимость  $\sigma_{0,1}(T)$  изменяется и имеет вид, характерный для сплавов, испытывающих МП под нагрузкой [9; 10]. Минимальные напряжения  $\sigma_{0,1}$  на зависимости  $\sigma_{0,1}(T)$  наблюдаются при  $T=M_s$ , которая совпадает с  $M_s$ , определенной по кривой  $\rho(T)$ , а максимальные  $\sigma_{0,1}$  на зависимости  $\sigma_{0,1}(T)$  соответствуют температуре  $M_d$ , при которой напряжения для начала МП под нагрузкой равны напряжениям для пластического течения высокотемпературной фазы.

На зависимости  $\sigma_{0,1}(T)$  наблюдаются две стадии. На первой стадии в температурном интервале  $M_s < T < M_d$  с увеличением температуры испытания наблюдается линейный рост напряжений  $\sigma_{0,1}$ , который описывается соотношением Клапейрона – Клаузиуса [9]:

$$\frac{d\sigma_{0,1}}{dT} = -\frac{\Delta H}{\varepsilon_0 T_0} = -\frac{\Delta S}{\varepsilon_0}$$



**Рис. 1.** Электронно-микроскопическое наблюдение частиц  $\gamma'$ -фазы в  $[001]$ -монокристаллах сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb (а) и Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % В (ат. %) (б) после старения при  $T=973$  К, 20 ч; в – микродифракционная картина к (а) и (б)



**Рис. 2.** Температурная зависимость критических напряжений  $\sigma_{0,1}$  при деформации растяжением для [001]-монокристаллов сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb (кривые 1, 3) и Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % V (ат. %) (кривые 1, 2) в однофазном состоянии (кривая 1) и после старения при 973 К, 20 ч (кривые 2 и 3) (незалитые кружочки и квадратики показывают данные, полученные в эксперименте по исследованию ЭПФ под нагрузкой)

где  $\Delta H$  и  $\Delta S$  – соответственно изменение энтальпии и энтропии при  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП;  $\varepsilon_0$  – деформация превращения, которая зависит от ориентации кристалла;  $T_0$  – температура химического равновесия  $\gamma$ - и  $\alpha'$ -фаз. При  $T > M_d$  наблюдается вторая стадия, связанная с пластической деформацией высокотемпературной фазы. На второй стадии при  $T > M_d$   $\sigma_{0,1}$  уменьшаются с ростом температуры испытания, и наблюдается нормальная температурная зависимость  $\sigma_{0,1}(T)$ , характерная для ГЦК кристаллов при деформации скольжением [16].

На рис. 3 представлены результаты исследования ЭПФ при охлаждении/нагреве под постоянной растягивающей нагрузкой  $\sigma_{внеш} = 200$  МПа, а на рис. 4 – зависимость величины термического гистерезиса и величины деформации превращения от уровня внешних приложенных напряжений  $\sigma_{внеш} = 50$ –300 МПа в интервале температур испытания от 77 до 350 К. Из рис. 3 и 4 видно, что максимальная величина деформации превращения под нагрузкой  $\varepsilon_{ЭПФ}$  в Nb- и NbV-кристаллах, которая достигается при  $\sigma_{внеш} = 300$  МПа, равна 2,6 и 2,2 % соответственно. Величина термического гистерезиса под нагрузкой  $\Delta T^{\sigma}$  в NbV-кристаллах равна 100 К, а в Nb-кристаллах  $\Delta T^{\sigma} = 87$  К и при увеличении  $\sigma_{внеш}$  не изменяется (рис. 4, кривые 3 и 4). СЭ в Nb- и NbV-кристаллах в температурном интервале  $T = 150$ –350 К не обнаружена.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

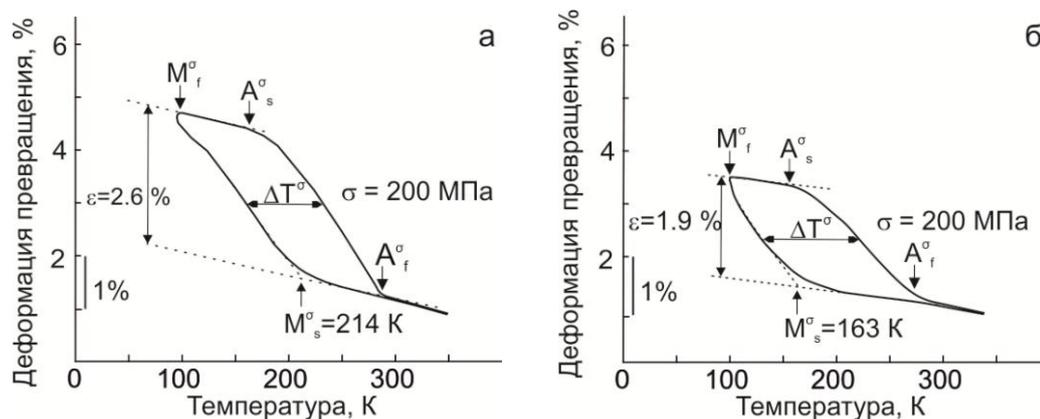
Анализ представленных на рис. 2 данных показывает, что в NbV-кристаллах зависимость  $\sigma_{0,1}(T)$  при одном режиме старения (старение при 973 К, 20 ч) параллельно смещена в область более низких температур, и при  $T = M_s$  критические напряжения  $\sigma_{0,1}$  оказываются в 2 раза выше, чем в Nb-кристаллах. Следовательно, легирование бором приводит к понижению температуры  $M_s$ , что согласуется с данными исследования температурной

зависимости  $\rho(T)$  и повышает сопротивление для движения межфазных и двойниковых границ  $\alpha'$ -мартенсита. В температурном интервале  $M_s < T < 330$  К величина  $\alpha = d\sigma_{0,1}/dT$  в Nb- и NbV-кристаллах оказывается близкой и равна 2,45 и 2,27 МПа/К соответственно. На рис. 2 в температурном интервале  $T = 115$ –220 К представлены данные, полученные при изучении ЭПФ под нагрузкой (незалитые квадратики и кружочки). Эти данные хорошо ложатся на кривую  $\sigma_{0,1}(T)$  и показывают, что с увеличением уровня внешних напряжений происходит рост температуры  $M_s^{\sigma}$  под нагрузкой, и величина  $\alpha = d\sigma/dM_s^{\sigma}$  для соответствующих кристаллов оказывается равной величине  $\alpha$ , полученной при исследовании температурной зависимости  $\sigma_{0,1}(T)$  в температурном интервале  $T = 100$ –330 К. Качественно аналогичные результаты в Nb- и NbV-кристаллах были получены при старении в течение 5 и 10 ч при 973 К [5].

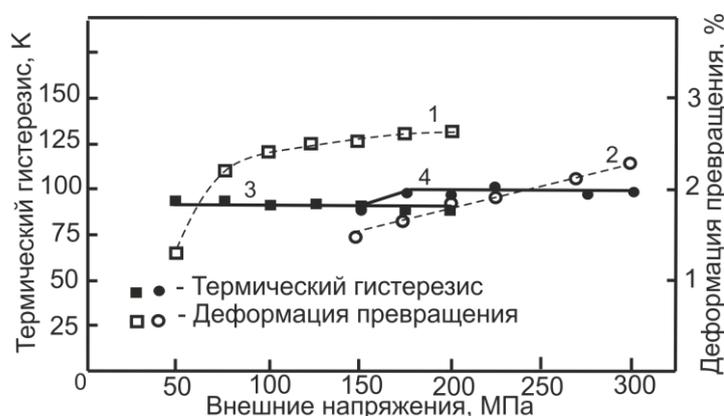
При старении в течение 20 ч при 973 К в Nb-кристаллах напряжения высокотемпературной фазы при  $T = M_d$  выше на 180 МПа, чем в NbV-кристаллах (рис. 2). Известно [17; 18], что упрочнение при выделении когерентных частиц второй фазы определяется ее размером и объемной долей, согласно соотношению (1):

$$\sigma_{cr} = 3 \cdot G \cdot E^{3/2} \cdot (f \cdot r/b)^{1/2}, \quad (1)$$

где  $G$  – модуль сдвига высокотемпературной фазы;  $E = \Delta a/a$  – параметр несоответствия решеток высокотемпературной фазы и частицы ( $\Delta a = a_m - a_c$ );  $f$  – объемная доля частиц;  $r$  – радиус частицы;  $b$  – модуль вектора Бюргерса скользящей дислокации. Из соотношения (1) следует, что чем больше  $f$  и  $r$ , тем больше упрочнение от частиц. Электронно-микроскопические исследования структуры Nb- и NbV-кристаллов после старения в течение 20 ч при 973 К показывают, что при близкой объемной доле



**Рис. 3.** Деформация превращения под действием растягивающих напряжений в [001]-монокристаллах сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb (а) и Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % В (б), состаренных при 973 К, 20 ч



**Рис. 4.** Зависимость величины деформации превращения (кривые 1 и 2) и величины термического гистерезиса (кривые 3 и 4) от уровня внешних приложенных напряжений в [001]-монокристаллах сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb (кривые 1, 3) и Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % В (кривые 2, 4), состаренных при 973 К, 20 ч

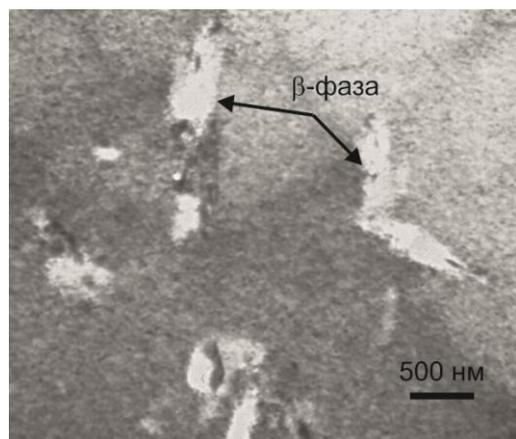
частиц  $\gamma'$ -фазы в этих кристаллах 15–20 % их размер в Nb-кристаллах оказывается больше, чем в кристаллах NbV (рис. 1). И это различие в размере частиц  $\gamma'$ -фазы при одном старении при 973 К, 20 ч приводит к большому повышению прочностных свойств высокотемпературной фазы в Nb-кристаллах по сравнению с NbV-кристаллами.

При исследовании ЭПФ под нагрузкой в Nb- и NbV-кристаллах, во-первых, максимальная величина  $\varepsilon_{ЭПФ}$  не оказалась равной теоретическому значению деформации решетки  $\varepsilon_0=8,7\%$  для кристаллов [001]-ориентации при  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП [1; 14]. Это связано с разрушением кристаллов раньше достижения теоретического значения  $\varepsilon_0$ . Во-вторых, для появления ЭПФ под нагрузкой минимальные  $\sigma_{внеш}$  в Nb-кристаллах оказываются в 3 раза меньше, чем в NbV-кристаллах, – 50 и 150 МПа соответственно (рис. 4). При одинаковом уровне  $\sigma_{внеш}=200$  МПа величина  $\varepsilon_{ЭПФ}$  в NbV-кристаллах оказывается меньше, чем в Nb-кристаллах (рис. 4, кривые 1 и 2). Следовательно, бор повышает сопротивление для движения межфазных и двойниковых границ  $\alpha'$ -мартенсита, и для проявления ЭПФ под нагрузкой величиной, равной  $\varepsilon_{ЭПФ}$ , в Nb-кристаллах при легировании бором необходим больший уровень внешних напряжений  $\sigma_{внеш}$ . Это

согласуется с уменьшением температуры  $M_s$  при охлаждении в свободном состоянии и с ростом напряжений при  $T=M_s$  в кристаллах при легировании бором при одинаковом режиме старения (рис. 2, кривые 2 и 3). В-третьих, величина термического гистерезиса под нагрузкой  $\Delta T^\sigma$  в NbV-кристаллах на 13 К превышает величину  $\Delta T^\sigma$  в Nb-кристаллах, что также свидетельствует об увеличении бором сопротивления движению межвариантных и двойниковых границ  $\alpha'$ -мартенсита по сравнению с кристаллами без бора.

При исследовании сверхэластичного поведения в Nb- и NbV-кристаллах при деформации растяжением в температурном интервале  $T=150-350$  К СЭ не наблюдается. Nb-кристаллы разрушаются при деформации  $\varepsilon>0,5\%$ . Электронно-микроскопические исследования структуры разрушенных кристаллов показали, что при старении в течение 20 ч при 973 К в Nb-кристаллах одновременно с частицами  $\gamma'$ -фазы происходит выделение частиц  $\beta$ -фазы с упорядоченной по типу В2-структурой (рис. 5). Ранее в [5] нами было показано, что частицы  $\beta$ -фазы одновременно с частицами  $\gamma'$ -фазы в Nb-кристаллах выделяются при старении 10 ч при 973 К. При меньших временах старения при 973 К частицы  $\beta$ -фазы с использованием метода электронной просвечивающей

микроскопии и рентгеновского фазового анализа в Nb-кристаллах не обнаружены. При старении в течение 20 ч при 973 К частицы  $\beta$ -фазы становятся больше в размерах, чем при старении в течение 10 ч при 973 К. При старении в течение 10 ч при 973 К частицы  $\beta$ -фазы имеют толщину  $d=60-80$  нм и длину  $l=340-500$  нм, а при старении в течение 20 ч при 973 К – толщину  $d=200-350$  нм и длину  $l=700-900$  нм. С ростом размера частиц  $\beta$ -фазы растет граница раздела «матрица-частица», на которой под действием внешней нагрузки легко зарождается хрупкая трещина [19]. В результате в Nb-кристаллах пластичность резко уменьшается, и они разрушаются при  $\varepsilon > 0,5\%$ , что делает невозможным исследовать СЭ при растяжении в этих кристаллах после старения при 973 К, 20 ч, как и в поликристаллах данного состава без бора [1].



**Рис. 5.** Электронно-микроскопическое наблюдение частиц  $\beta$ -фазы в [001]-монокристаллах сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb после старения в течение 20 ч при 973 К

В NbV-кристаллах при старении при 973 К, 20 ч методом электронной просвечивающей микроскопии и рентгеновского фазового анализа частицы  $\beta$ -фазы не обнаружены. Следовательно, бор в монокристаллах, так же как и в поликристаллах, подавляет образование частиц хрупкой  $\beta$ -фазы [1; 6]. При старении в течение 20 ч при 973 К пластичность в NbV-кристаллах в температурном интервале  $T=150-350$  К равна 2,5–4 %. Однако СЭ при снятии нагрузки не наблюдается. Физическая причина отсутствия совершенной петли СЭ в NbV-кристаллах обусловлена большой величиной механического гистерезиса  $\Delta\sigma$ , который при соответствующей температуре испытания оказывается больше  $\sigma_{0,1}$  для развития  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП нагрузкой. Для появления совершенной петли СЭ необходимо выполнение условия, при котором  $\sigma_{0,1}$  для развития МП нагрузкой должно быть больше величины  $\Delta\sigma$  [20], как это имеет место для сплавов на основе TiNi, CoNiGa, CoNiAl с термоупругими B2-B19', B2-R-B19', B2-L1<sub>0</sub> МП [21].

#### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Экспериментально на монокристаллах сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb и Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % В (ат. %), ори-

ентированных вдоль [001]-направления при деформации растяжением установлено, что старение в течение 20 ч при 973 К приводит к развитию термоупругого  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП под нагрузкой с ЭПФ, максимальная величина которого составляет 2,6 и 2,2 % соответственно.

2. Установлено, что температурная зависимость напряжений для начала  $\gamma$ - $\alpha'$ -мартенситного превращения под нагрузкой при деформации растяжением в [001]-монокристаллах, состаренных в течение 20 ч при 973 К, описывается соотношением Клапейрона – Клаузиуса. Показано, что легирование бором сопровождается сдвигом  $\sigma_{0,1}(T)$  в область низких температур испытания, что связано с понижением температуры  $M_s$  при легировании бором. При этом величина  $\alpha = d\sigma_{0,1}(T)/dT$  в кристаллах с бором и без бора оказывается близкой и равна соответственно 2,27 и 2,45 МПа/К.

3. Показано, что СЭ при старении при 973 К, 20 ч в [001]-кристаллах сплавов Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb и Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % В не наблюдается. Физическая причина ее отсутствия в [001]-кристаллах сплава Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb связана с разрушением кристаллов с самого начала развития  $\gamma$ - $\alpha'$ -МП под нагрузкой из-за наличия хрупкой  $\beta$ -фазы, а в [001]-кристаллах сплава Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11,5 % Al – 2,5 % Nb – 0,05 % В – с увеличением механического гистерезиса.

4. Установлено, что легирование бором приводит к повышению сопротивления для движения межфазных и двойниковых границ  $\alpha'$ -мартенсита, и обусловлено это повышением уровня напряжений при температуре  $M_s$  и увеличением термического гистерезиса в кристаллах с бором по сравнению с кристаллами без бора.

5. Показано, что уровень напряжений высокотемпературной фазы определяется размером частиц  $\gamma'$ -фазы: в кристаллах без бора с большим размером частиц  $\gamma'$ -фазы  $d=18-25$  нм напряжения высокотемпературной фазы оказываются выше, чем в кристаллах с бором, где частицы  $\gamma'$ -фазы имеют меньший размер  $d=12-14$  нм. Различие в размерах частиц  $\gamma'$ -фазы при одном режиме старения в кристаллах с бором и без бора связано с замедлением процессов старения при легировании бором.

*Работа выполнена за счет средств РНФ, грант № 14-29-00012.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tanaka Y., Himuro Y., Kainuma R. Ferrous polycrystalline shape memory alloy showing huge superelasticity // Science. 2010. Vol. 327. № 3. P. 1488–1490.
2. Кокорин В.В. Мартенситные превращения в неоднородных твердых растворах. Киев: Наукова Думка, 1987. 168 с.
3. Кокорин В.В., Гунько Л.П. Тетрагональность решетки мартенсита и параметры  $\gamma$ - $\alpha'$  превращения в сплавах FeNiCoTi // Металлофизика и новейшие технологии. 1995. Т. 17. № 11. С. 30–35.
4. Чумляков Ю.И., Киреева И.В., Куц О.А., Куксагузен Д.А. Термоупругие мартенситные превращения и сверхэластичность в [001]-монокристаллах сплава FeNiCoAlNb // Известия вузов. Физика. 2014. Т. 57. № 10. С. 28–35.
5. Чумляков Ю.И., Киреева И.В., Куц О.А., Панченко М.Ю., Каракэ Э., Майер Г. Эффект памяти формы

- и сверхэластичность в [001]-монокристаллах ферромагнитного сплава FeNiCoAlNb(B) // Известия вузов. Физика. 2015. Т. 58. № 7. С. 16–23.
- Omori T., Abe S., Tanaka Y., Lee D.Y., Ishida K., Kainuma R. Thermoelastic martensitic transformation and superelasticity in Fe-Ni-Co-Al-Nb-B polycrystalline alloy // Scripta Materialia. 2013. Vol. 69. № 11-12. P. 812–815.
  - Lee D., Omori T., Kainuma R. Ductility enhancement and superelasticity in Fe-Ni-Co-Al-Ti-B polycrystalline alloy // Journal of Alloys and Compounds. 2014. Vol. 617. P. 120–123.
  - Geng Y., Lee D., Xu X., Nagasako M., Jin M., Jin X. Coherency of ordered  $\gamma'$  precipitates and thermoelastic martensitic transformation on FeNiCoAlTaB alloys // Journal of Alloys and Compounds. 2015. Vol. 628. P. 287–292.
  - Otsuka K., Wayman C.M. Shape Memory Materials. UK: Cambridge University Press, 1998. 284 p.
  - Otsuka K., Ren X. Physical metallurgy of Ti-Ni-based shape memory alloys // Progress in Materials Science. 2005. Vol. 50. № 5. P. 511–678.
  - Martensite: a tribute to Morris Cohen / eds. by G.B. Olson, W.S. Owen. Ohio: ASM International, 1992. 331 p.
  - Курдюмов Г.В., Утевский Л.М., Этин Р.И. Превращения в железе и стали. М.: Наука, 1977. 238 с.
  - Tanaka Y., Kainuma R., Omori T., Ishida K. Alloy design for Fe-Ni-Co-Al based superelastic alloys // Materials Today: Proceedings. 2015. Vol. 2S. P. S485–S492.
  - Sehitoglu H., Zhang X.Y., Kotil T., Canadinc D., Chumlyakov Y., Maier H.J. Shape memory behavior of FeNiCoTi single and polycrystals // Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science. 2002. Vol. 33. № 12. P. 3661–3672.
  - Бернер Р., Кронмюллер Г. Пластическая деформация монокристаллов. М.: Мир, 1969. 272 с.
  - Чумляков Ю.И., Киреева И.В., Коротаев А.Д., Литвинова Е.И., Зуев Ю.Л. Механизмы пластической деформации, упрочнения и разрушения монокристаллов аустенитных нержавеющей сталей с азотом // Известия вузов. Физика. 1996. № 3. С. 5–32.
  - Nembach E. Particle strengthening of metals and alloys. USA: John Wiley & Sons, 1997. 285 p.
  - Ashby M.F. Deformation of plastically non-homogeneous materials // Phil Mag. 1970. Vol. 21. № 170. P. 399–424.
  - Владимиров В.И. Физическая природа разрушения металлов. М.: Металлургия, 1984. 280 с.
  - Liu Y., Galvin S.P. Criteria for pseudoelasticity in near-equiatomic NiTi shape memory alloys // Acta Materialia. 1997. Vol. 45. № 11. P. 4431–4439.
  - Chumlyakov Y.I., Kireeva I.V., Panchenko E.Y., Timofeeva E.E., Kretinina I.V., Kuts O.A. Physics of thermoelastic martensitic transformation in high-strength single crystals // Materials science foundations. 2015. Vol. 81-82. P. 107–173.
  - Kokorin V.V. Martensitnye prevrashcheniya v neodnorodnykh tverdykh rastvorakh [Martensite transformations in nonhomogeneous solid solutions]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1987. 168 p.
  - Kokorin V.V., Grun'ko L.P. Tetragonality of martensite phase and parameters of  $\gamma$ - $\alpha'$  transformation in FeNiCoTi alloys. Metallofizika i noveishie tekhnologii, 1995, vol. 17, no. 11, pp. 30–35.
  - Chumlyakov Y.I., Kireeva I.V., Kuts O.A., Kuksgauzen D.A. Thermoelastic martensitic transformations and superelasticity in the [001]-oriented FeNiCoAlNb single crystals. Russian Physics Journal, 2014, vol. 57, no. 10, pp. 28–35.
  - Chumlyakov Y.I., Kireeva I.V., Kuts O.A., Panchenko M.Y., Karaka E., Maier H.J. Shape memory effect and superelasticity in [001] single crystals of Fe-Ni-Co-Al-Nb(B) ferromagnetic alloy. Russian Physics Journal, 2015, vol. 58, no. 7, pp. 889–897.
  - Omori T., Abe S., Tanaka Y., Lee D.Y., Ishida K., Kainuma R. Thermoelastic martensitic transformation and superelasticity in Fe-Ni-Co-Al-Nb-B polycrystalline alloy. Scripta Materialia, 2013, vol. 69, no. 11-12, pp. 812–815.
  - Lee D., Omori T., Kainuma R. Ductility enhancement and superelasticity in Fe-Ni-Co-Al-Ti-B polycrystalline alloy. Journal of Alloys and Compounds, 2014, vol. 617, pp. 120–123.
  - Geng Y., Lee D., Xu X., Nagasako M., Jin M., Jin X. Coherency of ordered  $\gamma'$  precipitates and thermoelastic martensitic transformation on FeNiCoAlTaB alloys. Journal of Alloys and Compounds, 2015, vol. 628, pp. 287–292.
  - Otsuka K., Wayman C.M. Shape Memory Materials. UK, Cambridge University Press, 1998. 284 p.
  - Otsuka K., Ren X. Physical metallurgy of Ti-Ni-based shape memory alloys. Progress in Materials Science, 2005, vol. 50, no. 5, pp. 511–678.
  - Olson G.B., Owen W.S., eds. Martensite: a tribute to Morris Cohen. Ohio, ASM International, 1992. 331 p.
  - Kurdyumov G.V., Utevsky L.M., Entin R.I. Prevrashcheniya v zheleze i stali [Transformations in ferrum and steel]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 238 p.
  - Tanaka Y., Kainuma R., Omori T., Ishida K. Alloy design for Fe-Ni-Co-Al based superelastic alloys. Materials Today: Proceedings, 2015, vol. 2S, pp. S485–S492.
  - Sehitoglu H., Zhang X.Y., Kotil T., Canadinc D., Chumlyakov Y., Maier H.J. Shape memory behavior of FeNiCoTi single and polycrystals. Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science, 2002, vol. 33, no. 12, pp. 3661–3672.
  - Berner R., Kronmyuller G. Plasticheskaya deformatsiya monokristallov [Plastic deformation of single-crystals]. Moscow, Mir Publ., 1969. 272 p.
  - Chumlyakov Yu.I., Kireeva I.V., Korotaev A.D., Litvinova E.I., Zuev Yu.L. Mechanisms of plastic deformation, hardening, and fracture in single crystals of nitrogen-containing austenitic stainless steels. Russian Physics Journal, 1996, vol. 39, no. 3, pp. 189–210.
  - Nembach E. Particle strengthening of metals and alloys. USA, John Wiley & Sons, 1997. 285 p.
  - Ashby M.F. Deformation of plastically non-homogeneous materials. Phil Mag, 1970, vol. 21, no. 170, pp. 399–424.

## REFERENCES

- Tanaka Y., Himuro Y., Kainuma R. Ferrous polycrystalline shape memory alloy showing huge superelasticity. Science, 2010, vol. 327, no. 3, pp. 1488–1490.

19. Vladimirov V.I. *Fizicheskaya priroda razrusheniya metallov* [Physical nature of metals destruction]. Moscow, Metallurgiya Publ., 1984. 280 p.
20. Liu Y., Galvin S.P. Criteria for pseudoelasticity in near-equiatomic NiTi shape memory alloys. *Acta Materialia*, 1997, vol. 45, no. 11, pp. 4431–4439.
21. Chumlyakov Y.I., Kireeva I.V., Panchenko E.Y., Timofeeva E.E., Kretinina I.V., Kuts O.A. Physics of thermoelastic martensitic transformation in high-strength single crystals. *Materials science foundations*, 2015, vol. 81-82, pp. 107–173.

**THERMOELASTIC MARTENSITE TRANSFORMATIONS IN SINGLE-CRYSTALS OF Fe–Ni–Co–Al–Nb(B) FERRUM-BASED ALLOYS AT THE LONG TIME OF AGENING**

© 2016

*M.Yu. Panchenko*, student

*O.A. Kuts*, postgraduate student

*I.V. Kireeva*, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), chief researcher

*Yu.I. Chumlyakov*, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor

*National Research Tomsk State University, Tomsk (Russia)*

**Keywords:** thermoelastic martensite transformations; shape memory effect; single-crystals of ferrum-based alloys.

**Abstract:** The authors studied the development of thermoelastic martensite transformation from FCC- $\gamma$  of high-temperature phase to BCT- $\alpha'$  martensite after the aging at 973 K during 20 hours on the single-crystals of Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11.5 % Al – 2.5 % Nb (Nb) and Fe – 28 % Ni – 17 % Co – 11.5 % Al – 2.5 % Nb – 0.05 % B (NbB) (at. %) alloys oriented for the tension along [001]-direction. It is shown that boron causes: the retardation of the aging processes: in NbB-crystals, the particles of  $\gamma'$ -phase have the size of 12–14 nm and in Nb-crystals – 18–25 nm; the decrease of  $M_s$  onset temperature of the martensite transformation:  $M_s=108$  K in NbB-crystals and  $M_s=116$  K in Nb-crystals; the increase of the stress level at the temperature  $M_s$ : at  $M_s$  temperature, the stresses are equal to 70 MPa in NbB-crystals and 31 MPa in Nb-crystals. The level of stresses of high-temperature phase is determined by the size of  $\gamma'$ -phase particles: in Nb-crystals with bigger size of  $\gamma'$ -phase particles, the high-temperature stresses are higher than in NbB-crystals where  $\gamma'$ -phase particles have the smaller size.

When developing thermoelastic  $\gamma$ – $\alpha'$  martensite transformation under the load, in Nb- and NbB-crystals after the aging during twenty hours at 973 K, the shape memory effect of 2.6 % and 2.2 % respectively was observed, and the superelasticity was not observed. It is shown that the physical reason for the superelasticity absence in Nb-crystals is caused by the brittle  $\beta$ -phase that results into the crystals destruction at the beginning of  $\gamma$ – $\alpha'$ -MT under the load and in NbB-crystals – by the increase of mechanical hysteresis.

## РАЗРАБОТКА ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СТОЙКИ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КООРДИНАТНО-РАСТОЧНОГО СТАНКА С КОМПЛЕКСОМ ГИДРОДОМКРАТОВ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

© 2016

*М.А. Рубцов*, аспирант кафедры «Сервис технических и технологических систем»  
*Поволжский государственный университет сервиса, Тольятти (Россия)*

**Ключевые слова:** горизонтальный координатно-расточной станок; силовые деформации; динамическая модель; объект управления; гидродомкрат; статическая настройка.

**Аннотация:** Металлорежущее оборудование является одной из основ машиностроительного производства. Горизонтальные координатно-расточные станки, используемые в машиностроении, позволяют с высокой точностью и производительностью обрабатывать заготовки различных размеров и большой сложности. При этом на точность обработки оказывает влияние множество факторов, но основу составляет геометрическая точность самого технологического оборудования. От точности машины зависят ее работоспособность, надежность, экономичность, производительность, уровень вибрации и шума, а также качество выпускаемой продукции. Силовые деформации изгиба и кручения станин горизонтальных координатно-расточных станков, возникающие при перемещении стойки станка по станине, приводят к смещениям центра обрабатываемого отверстия, например, при расточке. Предлагается установить два исполнительных элемента вертикальных перемещений в стык между салазками и основания стойки станка. Примером таких исполнительных элементов являются гидродомкраты. При этом стойка станка с комплексом гидродомкратов служит объектом управления и регулирования. При изменении в них давления рабочей жидкости происходит перемещение переднего края стойки. В статье приведена разработка динамической модели стойки с комплексом гидродомкратов горизонтального координатно-расточного станка, станины которого претерпевают силовые деформации изгиба и кручения. Объектом исследования стал станок модели 2А459АФ4. Рассмотрены реакции в точках установки гидродомкратов. Найдены аналитические выражения, на основе которых построены структурные схемы объекта управления с комплексом гидродомкратов по отношению к возмущающему воздействию и каналов по управлению. Определена передаточная функция объекта по возмущающему и управляющему воздействиям, позволяющая синтезировать систему статической настройки технологической системы координатно-расточных станков.

Из-за сложности конструктивных исполнений современных координатно-расточных станков (КРС) факторов, влияющих на точность обработки, множество, но основу составляет геометрическая точность самих станков. Поэтому повышение точности таких станков является весьма актуальной научно-технической задачей.

Силовые деформации изгиба и кручения станин КРС, возникающие при перемещении стойки станка по станине, приводят к смещениям центра обрабатываемого отверстия, например, при расточке. Было предложено установить в стык между салазками и стойкой станка гидродомкраты, которые позволят компенсировать угловые перемещения стойки.

Целью настоящей работы является разработка динамической модели стойки станка с комплексом гидродомкратов как объекта управления на основе горизонтального КРС модели 2А459АФ4. В работе динамическая модель стойки станка рассматривается как одно-массовая [1–4]; она установлена на трех опорах, одна из которых представляет собой жесткий опорный элемент шарнирного типа, а два других – гидравлические домкраты с коэффициентами жесткости  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  и демпфирования  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  и  $\beta_3$  соответственно (рисунок 1).

Воздействие силы резания  $P(t)$ , приложенной к стойке станка, представляется как  $P(t)$  с координатой  $z_p$  [5–8].

Для того чтобы найти реакции в точках установки гидродомкратов между стойкой станка и салазками, представим стойку в виде абсолютно жесткой рамы  $JFHDCB$  (рисунок 2), на которую действуют следующие силы:

– вес стойки станка  $G_{cm}$ ;

– сила резания  $P(t)$ ;

– реакции опор  $R_J$ ,  $R_F$  и  $R_H$ .

Так как в точке  $J$  перемещения от силовых деформаций станины минимальны, то использован опорный элемент шарнирного типа. В точках  $F$  и  $H$  установлены гидродомкраты [9–11].

Найдем реакции опор  $R_J$ ,  $R_F$  и  $R_H$  и определим величины перемещений в точках  $J$ ,  $F$  и  $H$ .

$$\begin{aligned} Y_F &= \frac{R_F}{C_1} = \left(1 + \frac{1}{2} G_{cm} - \frac{z_p}{l_1}\right) \frac{P(t)}{C_1} \frac{l_2}{(l_2 + l_3)}, \\ Y_H &= \frac{R_H}{C_2} = \left(1 + \frac{1}{2} G_{cm} - \frac{z_p}{l_1}\right) \frac{P(t)}{C_2} \frac{l_2}{(l_2 + l_3)}, \\ Y_J &= \frac{R_J}{C_3} = \frac{G_{cm}}{2C_3} + \frac{P(t)z_p}{l_1 C_3}. \end{aligned} \quad (1)$$

Величины реакций, а следовательно, и перемещения в точках  $F$ ,  $H$  и  $J$  связаны с координатой  $z_p$  в точке приложения силы резания  $P(t)$ . Учитывая, что гидродомкраты предполагается установить в точках  $F$  и  $H$  салазок, проанализируем перемещения в этих точках.

Так, перемещение в точке  $F$  состоит из отдельных составляющих перемещений.

$$Y_F = Y_f + Y_1(t) + Y_2(t) + Y_3(t) + Y_4(t), \quad (2)$$

где  $Y_f$ ,  $Y_1(t)$ ,  $Y_2(t)$ ,  $Y_3(t)$  и  $Y_4(t)$  – перемещения, вызванные: смещением точки  $F$  контакта режущего инструмента

и заготовки; контактными деформациями «основание салазок – опорная часть гидродомкрата»; контактными деформациями «опорная часть гидродомкрата – мембрана гидродомкрата»; сжимаемостью жидкости гидравлического давления из-за наличия пузырьков воздуха в системе; контактными деформациями «основание гидродомкрата – основание станины» соответственно.

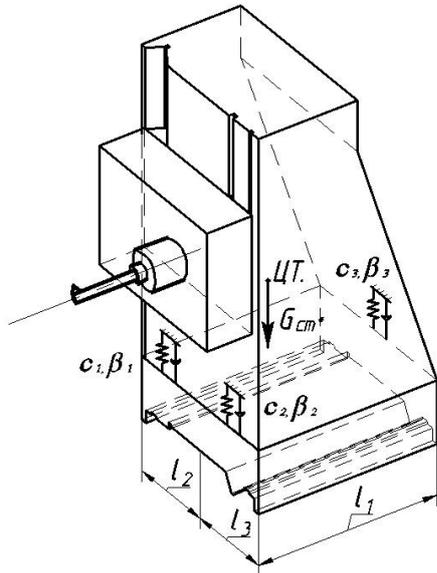


Рис. 1. Динамическая модель стойки станка

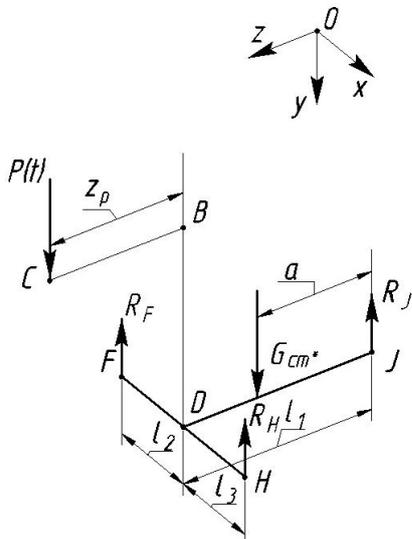


Рис. 2. Определение перемещений заготовки в точках установки опор

Перемещение в точке H также можно представить как отдельные составляющие перемещений

$$Y_H = Y_f + Y_5(t) + Y_6(t) + Y_7(t) + Y_8(t),$$

где  $Y_5(t)$ ,  $Y_6(t)$ ,  $Y_7(t)$  и  $Y_8(t)$  – перемещения, вызванные: контактными деформациями «основание салазок – опорная часть гидродомкрата»; контактными деформациями «опорная часть гидродомкрата – мембрана гидродомкрата»; сжимаемостью жидкости гидравлического давления; контактными деформациями «основание гидродомкрата – основание станины» соответственно.

Составляющие перемещений обусловлены коэффициентами жесткости  $C_i$ , демпфирования  $\beta_i$ .

Представим стойку с комплексом гидродомкратов как динамическую модель с приведенной массой  $m_{np}$  по отношению к возмущающему воздействию  $P_f$ , приложенную в точке F (рисунок 3).

Представим отдельные точки I...V динамической модели в линейной постановке. Тогда их можно представить следующими уравнениями:

$$\begin{aligned} Y_I(t) &= Y_f(t) + Y_{1np}(t) + Y_{2np}(t) + Y_{3np}(t) + Y_{4np}(t) + Y_{5np}(t), \\ Y_{II}(t) &= Y_{1np}(t) + Y_{2np}(t) + Y_{3np}(t) + Y_{4np}(t) + Y_{5np}(t), \\ Y_{III}(t) &= Y_{2np}(t) + Y_{3np}(t) + Y_{4np}(t) + Y_{5np}(t), \\ Y_{IV}(t) &= Y_{3np}(t) + Y_{4np}(t) + Y_{5np}(t), \\ Y_V(t) &= Y_{4np}(t) + Y_{5np}(t), \\ Y_{VI}(t) &= Y_{5np}(t). \end{aligned} \quad (3)$$

где:

$$\begin{aligned} Y_{1np}(t) &= Y_I(t) - Y_6(t), \quad Y_{2np}(t) = Y_2(t) - Y_7(t), \\ Y_{3np}(t) &= Y_3(t) - Y_8(t), \quad Y_{4np}(t) = Y_4(t) - Y_9(t), \\ Y_{5np}(t) &= Y_5(t) - Y_{10}(t), \\ Y_I(t) - Y_{II}(t) &= Y_f(t), \quad Y_{II}(t) - Y_{III}(t) = Y_{1np}(t), \\ Y_{III}(t) - Y_{IV}(t) &= Y_{2np}(t), \quad Y_{IV}(t) - Y_V(t) = Y_{3np}(t), \\ Y_V(t) - Y_{VI}(t) &= Y_{4np}(t), \quad Y_{VI}(t) = Y_{5np}(t). \end{aligned}$$

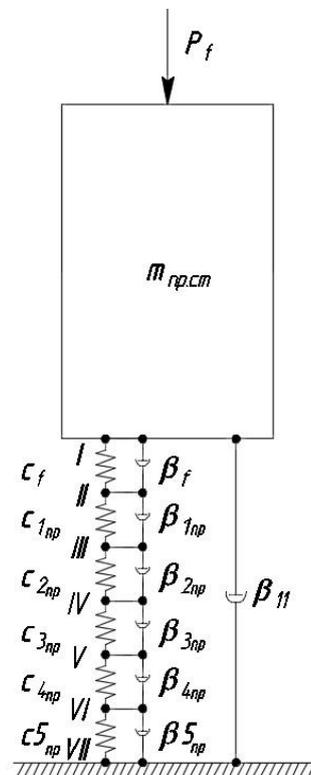


Рис. 3. Динамическая модель стойки станка с комплексом гидродомкратов

Перемещение точки  $D$  стойки удовлетворяет системе дифференциальных уравнений

$$\begin{aligned}
 P(t) &= m_{cm} \frac{d^2 Y_I}{dt^2} + C_f (Y_I - Y_{II}) + \\
 &+ \beta_f \left( \frac{dY_I}{dt} - \frac{dY_{II}}{dt} \right) + \beta_{11} \frac{dY_I}{dt}, \\
 C_f (Y_I - Y_{II}) + \beta_f \left( \frac{dY_I}{dt} - \frac{dY_{II}}{dt} \right) &= \\
 &= C_{1np} (Y_{II} - Y_{III}) + \beta_{1np} \left( \frac{dY_{II}}{dt} - \frac{dY_{III}}{dt} \right), \\
 C_{1np} (Y_{II} - Y_{III}) + \beta_{1np} \left( \frac{dY_{II}}{dt} - \frac{dY_{III}}{dt} \right) &= \\
 &= C_{2np} (Y_{III} - Y_{IV}) + \beta_{2np} \left( \frac{dY_{III}}{dt} - \frac{dY_{IV}}{dt} \right), \\
 C_{2np} (Y_{III} - Y_{IV}) + \beta_{2np} \left( \frac{dY_{III}}{dt} - \frac{dY_{IV}}{dt} \right) &= \\
 &= C_{3np} (Y_{IV} - Y_V) + \beta_{3np} \left( \frac{dY_{IV}}{dt} - \frac{dY_V}{dt} \right), \\
 C_{3np} (Y_{IV} - Y_V) + \beta_{3np} \left( \frac{dY_{IV}}{dt} - \frac{dY_V}{dt} \right) &= \\
 &= C_{4np} (Y_V - Y_{VI}) + \beta_{4np} \left( \frac{dY_V}{dt} - \frac{dY_{VI}}{dt} \right), \\
 C_{4np} (Y_V - Y_{VI}) + \beta_{4np} \left( \frac{dY_V}{dt} - \frac{dY_{VI}}{dt} \right) &= \\
 &= C_{5np} Y_{VI} + \beta_{5np} \frac{dY_{VI}}{dt}.
 \end{aligned} \tag{4}$$

где  $C_{1np}, C_{2np}, C_{3np}, C_{4np}, C_{5np}$  – приведенные коэффициенты жесткости в стыках «основание салазок – опорная часть гидродомкрата», резьбовое соединение «основание гидродомкрата – корпус гидродомкрата», «опорная часть гидродомкрата – мембрана гидродомкрата», сжимаемости жидкости гидравлического давления и в зоне контакта «основание гидродомкрата – основание станины» соответственно;

$\beta_{1np}, \beta_{2np}, \beta_{3np}, \beta_{4np}, \beta_{5np}$  – приведенные коэффициенты демпфирования в стыках «основание салазок – опорная часть гидродомкрата», резьбовое соединение «основание гидродомкрата – корпус гидродомкрата», «опорная часть гидродомкрата – мембрана гидродомкрата», сжимаемости жидкости гидравлического давления и в зоне контакта «основание гидродомкрата – основание станины» соответственно.

Решение задачи стабилизации взаимного расположения осей растачиваемого отверстия и инструмента наиболее эффективно достигается тогда, когда гидродомкрат устанавливается в точках  $F$  и  $H$  базирования заготовки. Точка  $C$  является приведенной точкой  $F$  и  $H$ . Следовательно, все уравнения движения будут записываться относительно точки  $C$ . Это упрощает написание уравнений движения.

Запишем систему уравнений (4) в операторной форме.

$$\left. \begin{aligned}
 P(p) &= m_{np} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) p^2 - \\
 &- \beta_{11} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) p = \\
 &= \frac{1}{C_f} (T_f p + 1) Y_f(p), \\
 P(p) &= m_{np} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s^2 - \\
 &- \beta_{11} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s = \\
 &= \frac{1}{C_{1np}} (T_1 p + 1) Y_{1np}(p), \\
 P(p) &= m_{np} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s^2 - \\
 &- \beta_{11} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s = \\
 &= \frac{1}{C_{2np}} (T_2 p + 1) Y_{2np}(p), \\
 P(p) &= m_{np} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s^2 - \\
 &- \beta_{11} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s = \\
 &= \frac{1}{C_{3np}} (T_3 p + 1) Y_{3np}(p), \\
 P(p) &= m_{np} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s^2 - \\
 &- \beta_{11} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s = \\
 &= \frac{1}{C_{4np}} (T_4 p + 1) Y_{4np}(p), \\
 P(p) &= m_{np} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s^2 - \\
 &- \beta_{11} (Y_f + Y_{1np} + Y_{2np} + Y_{3np} + Y_{4np} + Y_{5np}) s = \\
 &= \frac{1}{C_{5np}} (T_5 p + 1) Y_{5np}(p).
 \end{aligned} \right\} \tag{5}$$

На основании системы уравнений (5) можно построить структурную схему объекта управления стойки с комплексом гидродомкратов по отношению к возмущающему воздействию  $P(t)$ .

Выходной управляемой величиной следует принять вертикальное перемещение точки  $C$ , в которой приложена сила резания  $P(t)$ .

$$Y_{вых}(t) = Y_f(t) + Y_{1np}(t) + Y_{2np}(t) + Y_{3np}(t) + Y_{4np}(t) + Y_{5np}(t)$$

Найдем передаточную функцию объекта согласно структуре, изображенной на рисунке 4.

$$\begin{aligned}
 W_{возм}(p) &= \frac{Y_{вых}(p)}{P_f(p)} = \\
 &= \frac{\frac{1}{C_{1np}} + \frac{1}{C_{2np}} + \frac{1}{C_{3np}} + \frac{1}{C_{4np}} + \frac{1}{C_{5np}}}{T_1 p + 1 + T_2 p + 1 + T_3 p + 1 + T_4 p + 1 + T_5 p + 1} \\
 &+ \frac{\left( \frac{1}{C_f} + \frac{1}{C_{1np}} + \frac{1}{C_{2np}} + \frac{1}{C_{3np}} + \frac{1}{C_{4np}} + \frac{1}{C_{5np}} \right)}{\left( T_f p + 1 + T_1 p + 1 + T_2 p + 1 + T_3 p + 1 + T_4 p + 1 + T_5 p + 1 \right)} \left( \beta_{11} p + m_{np} s^2 \right)
 \end{aligned} \tag{6}$$

При использовании в системе автоматической стабилизации двух гидродомкратов в уравнение движения вместо коэффициента демпфирования необходимо ввести значение приведенного коэффициента  $\beta_{11}^* = \beta_{11} + \beta_{11np}$ , учитывающего действие обоих домкратов [12–14]. При рассмотрении объекта в качестве управ-

ляющего воздействия принимается усилие, развиваемое гидродомкратом. Представим динамическую модель объекта регулирования при действии силы  $F_{ГД}$ , развиваемой гидродомкратом (рисунок 5) [15–17]. Найдем дифференциальные уравнения движения точки С инструмента.

$$\left. \begin{aligned}
 F_{ГД}(t) &= C_{11}(Y_{VII} - Y_I) + \beta_{11} \left( \frac{dY_{VII}}{dt} - \frac{dY_I}{dt} \right), \\
 C_{11}(Y_{VII} - Y_I) + \beta_{11} \left( \frac{dY_{VII}}{dt} - \frac{dY_I}{dt} \right) &= m_{np} \frac{d^2 Y_I}{dt^2} + C_f(Y_I - Y_{II}) + \beta_f \left( \frac{dY_I}{dt} - \frac{dY_{II}}{dt} \right) + \beta_{1f} \frac{dY_I}{dt}, \\
 C_f(Y_I - Y_{II}) + \beta_f \left( \frac{dY_I}{dt} - \frac{dY_{II}}{dt} \right) + \beta_{1f} \frac{dY_I}{dt} &= C_{1np}(Y_{II} - Y_{III}) + \beta_{1np} \left( \frac{dY_{II}}{dt} - \frac{dY_{III}}{dt} \right), \\
 C_{1np}(Y_{II} - Y_{III}) + \beta_{1np} \left( \frac{dY_{II}}{dt} - \frac{dY_{III}}{dt} \right) &= C_{2np}(Y_{III} - Y_{IV}) + \beta_{2np} \left( \frac{dY_{III}}{dt} - \frac{dY_{IV}}{dt} \right), \\
 C_{2np}(Y_{III} - Y_{IV}) + \beta_{2np} \left( \frac{dY_{III}}{dt} - \frac{dY_{IV}}{dt} \right) &= C_{3np}(Y_{IV} - Y_V) + \beta_{3np} \left( \frac{dY_{IV}}{dt} - \frac{dY_V}{dt} \right), \\
 C_{3np}(Y_{IV} - Y_V) + \beta_{3np} \left( \frac{dY_{IV}}{dt} - \frac{dY_V}{dt} \right) &= C_{4np}(Y_V - Y_{VI}) + \beta_{4np} \left( \frac{dY_V}{dt} - \frac{dY_{VI}}{dt} \right), \\
 C_{4np}(Y_V - Y_{VI}) + \beta_{4np} \left( \frac{dY_V}{dt} - \frac{dY_{VI}}{dt} \right) &= C_{5np} Y_{VI} + \beta_{5np} \frac{dY_{VI}}{dt}.
 \end{aligned} \right\} (7)$$

В операторной форме эта система принимает вид

$$\left. \begin{aligned}
 F_{ГД}(p) &= C_5(T_{ГД}p + 1)Y_{ГД}(p), \\
 F_{ГД}(p) - m_{np} \left( \frac{Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p)}{+ Y_4(p)} \right) p^2 - \beta_{11}^*(Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p))p &= C_f(T_f p + 1)Y_f(p), \\
 F_{ГД}(p) - m_{np} \left( \frac{Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p)}{+ Y_4(p)} \right) p^2 - \beta_{11}^*(Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p))p &= C_1(T_1 p + 1)Y_1(p), \\
 F_{ГД}(p) - m_{np} \left( \frac{Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p)}{+ Y_4(p)} \right) p^2 - \beta_{11}^*(Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p))p &= C_2(T_2 p + 1)Y_2(p), \\
 F_{ГД}(p) - m_{np} \left( \frac{Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p)}{+ Y_4(p)} \right) p^2 - \beta_{11}^*(Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p))p &= C_3(T_3 p + 1)Y_3(p), \\
 F_{ГД}(p) - m_{np} \left( \frac{Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p)}{+ Y_4(p)} \right) p^2 - \beta_{11}^*(Y_f(p) + Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p))p &= C_4(T_4 p + 1)Y_4(p).
 \end{aligned} \right\} (8)$$

На основании системы уравнений (8) можно построить структурную схему объекта управления заготовки с комплексом гидродомкратов по отношению к управляющему воздействию силы  $F_{ГД}$ , создаваемой

гидродомкратом (рисунок 6). Передаточная функция упругой системы объекта по отношению к управляющему воздействию силы  $F_{ГД}$ , создаваемой гидродомкратом, имеет вид:

$$W_{возм}(p) = \frac{Y_V(p)}{F_{ГД}(p)} = \frac{\left( \frac{1/C_f}{T_f p + 1} + \frac{1/C_{1np}}{T_1 p + 1} + \frac{1/C_{2np}}{T_2 p + 1} + \frac{1/C_{3np}}{T_3 p + 1} + \frac{1/C_{4np}}{T_4 p + 1} + \frac{1/C_{5np}}{T_5 p + 1} \right)}{1 + \left( \frac{1/C_f}{T_f p + 1} + \frac{1/C_{1np}}{T_1 p + 1} + \frac{1/C_{2np}}{T_2 p + 1} + \frac{1/C_{3np}}{T_3 p + 1} + \frac{1/C_{4np}}{T_4 p + 1} + \frac{1/C_{5np}}{T_5 p + 1} \right) (\beta_{11} p + m_{np} s^2)} + \frac{1/C_{11}}{T_{ГД} p + 1} \quad (9)$$

где  $Y_V(p)$  – перемещение V точки в операторной форме.

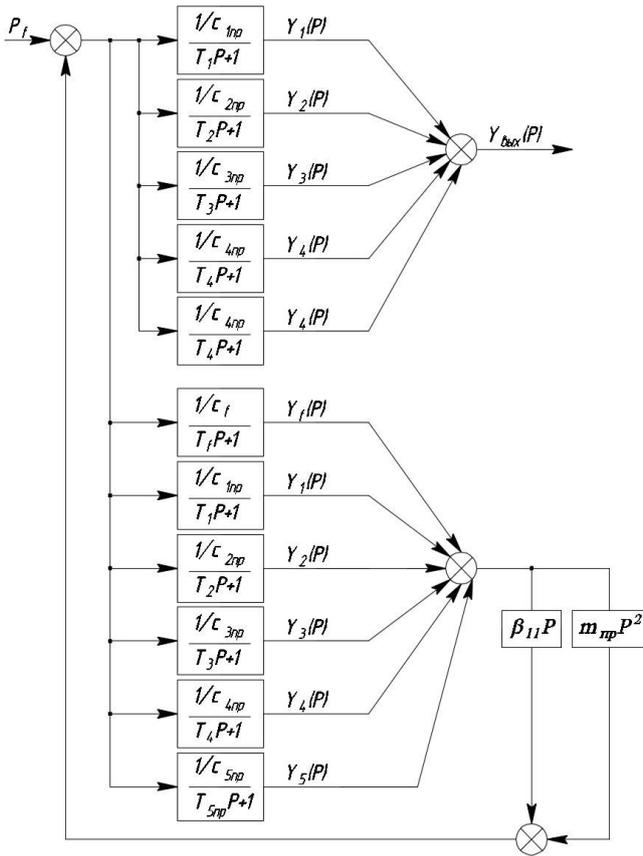


Рис. 4. Структурная схема объекта управления с комплексом гидродомкратов по отношению к возмущающему воздействию

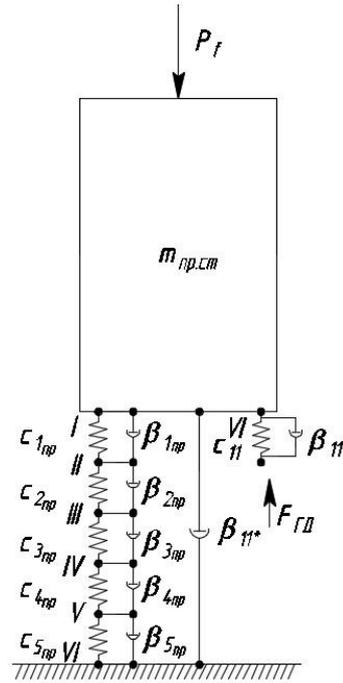


Рис. 5. Динамическая модель объекта регулирования при действии силы  $F_{ГД}$ , развиваемой гидродомкратом

Выполнив необходимые преобразования, выражение (9) можно представить в виде

$$W_{VC}(p) = \frac{Y_V(p)}{F_{ГД}(p)} = \frac{1}{C_{11}} \frac{(T_{5f}^5 p^5 + T_{4f}^4 p^4 + T_{3f}^3 p^3 + T_{2f}^2 p^2 + T_{1f} p + 1)}{(T_{ГД} p + 1)} \beta_f (T_{ГД} p + 1) \frac{(T_{5Y}^5 p^5 + T_{4Y}^4 p^4 + T_{3Y}^3 p^3 + T_{2Y}^2 p^2 + T_{1Y} p + 1)}{(T_{5f}^5 p^5 + T_{4f}^4 p^4 + T_{3f}^3 p^3 + T_{2f}^2 p^2 + T_{1f} p + 1)}. \quad (10)$$

Здесь  $\beta_f = 1/C_{1np} + 1/C_{2np} + 1/C_{3np} + 1/C_{4np}$  – коэффициент передачи.

На основании методики [18] найдем уравнения движения объекта по отношению к управляющему воздействию – давлению рабочей жидкости, подаваемой в гидродомкрат:

$$\begin{aligned} Y_{VI}(p) &= \frac{1}{S_{эф} p} \cdot \frac{P(p)e^{-\tau s} - P_{ГД}(p)}{R_{Г}}, \\ F_{ГД}(p) &= S_{эф} P_{ГД}(p), \\ W_{VC}(p) &= \frac{Y_V(p)}{F_{ГД}(p)}, \\ Y_{вых}(p) &= Y_1(p) + Y_2(p) + Y_3(p) + Y_4(p) + \\ &+ Y_5(p) = F_{ГД}(p) + Y_f(p). \end{aligned} \quad (11)$$

Здесь  $P_{ГД}$  – давление рабочей жидкости в гидродомкрате [18];

$R_{Г} = R_{ГР} + R_{ГП}$  – суммарное гидравлическое сопротивление,

где  $R_{ГР}$  – сопротивление гидропреобразователя;

$R_{ГП}$  – сопротивление трубопроводов;

$S_{эф}$  – эффективная площадь мембраны [19–21].

Структурная схема одного канала объекта по отношению к управляющему воздействию представлена на рисунке 7.

$$\begin{aligned} W_0(p) &= \\ &= \frac{1}{1 + \left( \frac{1/C_f}{T_f p + 1} + \frac{1/C_{1np}}{T_1 p + 1} + \frac{1/C_{2np}}{T_2 p + 1} + \frac{1/C_{3np}}{T_3 p + 1} + \frac{1/C_{4np}}{T_4 p + 1} + \frac{1/C_{5np}}{T_5 p + 1} \right)} \cdot \frac{1}{(\beta_{11} p + m_{np} p^2)} \end{aligned} \quad (12)$$

Преобразуя выражение (12), получим

$$W_o(p) = \frac{T_5^5 p^5 + T_4^4 p^4 + T_3^3 p^3 + T_2^2 p^2 + T_1^{**} p + 1}{T_5^5 p^5 + T_4^4 p^4 + T_3^3 p^3 + T_2^{**} p^2 + T_1^* p + 1}, \quad (13)$$

где  $T_1^{**} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$ .

Тогда можно найти передаточную функцию объекта по управлению

$$W_Y(p) = \frac{Y_{\text{вых}}(p)}{P(p)} = \frac{\frac{1}{R_f S_{\text{эф}}} \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{1}{1 + K_c \cdot S_{\text{эф}} \cdot \frac{1}{W_{\text{YC}}(p)}}}{1 + \frac{1}{R_f S_{\text{эф}}} \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{1}{1 + K_c \cdot S_{\text{эф}} \cdot \frac{1}{W_{\text{YC}}(p)}} \cdot \frac{1}{S_{\text{эф}}} \cdot \frac{1}{W_{\text{YC}}(p)}} \cdot \left( 1 + \frac{1}{W_{\text{YC}}(p)} \cdot \frac{1}{T_{\text{ГД}} p + 1} \cdot \frac{1}{T_f p + 1} \cdot W_o(p) \right), \quad (14)$$

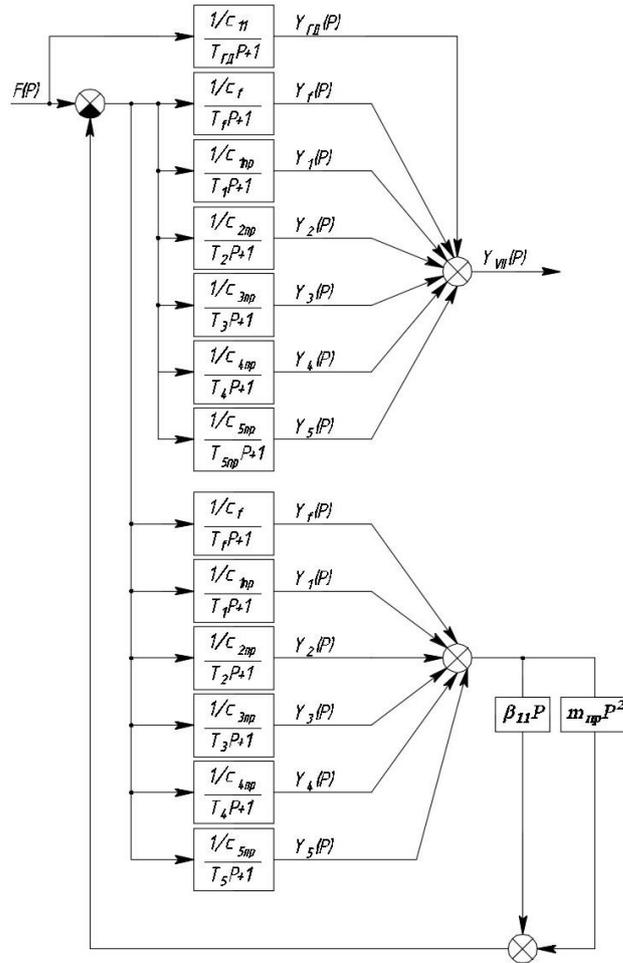


Рис. 6. Структурная схема объекта управления стойки с комплексом гидродомкратов при действии силы  $F_{ГД}$

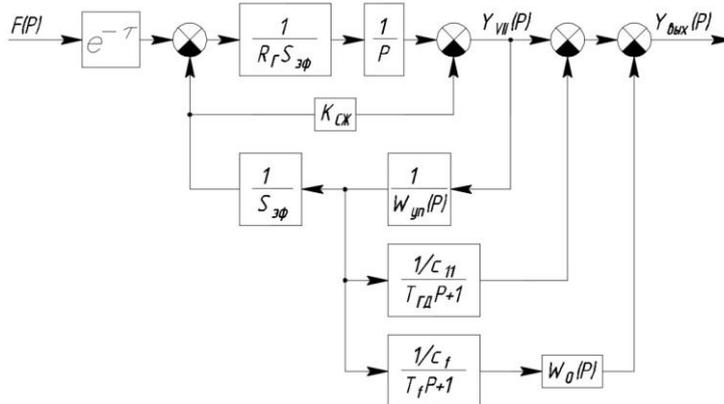


Рис. 7. Структурная схема каналов по управлению

где  $W_{yc}(p)$  – передаточная функция упругой системы, определяемая из выражения (11).

Таким образом, разработана динамическая модель стойки горизонтального КРС и найдены аналитические зависимости, позволяющие найти передаточные функции по отношению к управляющему и возмущающему воздействиям. На основе данной работы появляется возможность синтезировать систему статической настройки технологической системы станка.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Горшков Б.М. Повышение точности координатно-расточных станков путем автоматического управления элементами упругих систем // Автоматизация и современные технологии. 2003. № 7. С. 26–29.
- Горшков Б.М. Повышение точности технологических систем с составными станинами методом автоматической компенсации их деформаций : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Тольятти, 2005. 35 с.
- Базров Б.М. Технологические основы проектирования самоподнастраивающихся станков. М.: Машиностроение, 1978. 216 с.
- Базров Б.М. Расчет точности машин на ЭВМ. М.: Машиностроение, 1984. 256 с.
- Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн. 1. Технология машиностроения. М.: Машиностроение, 1982. 203 с.
- Балакшин Б.С. Теория и практика технологии машиностроения. Кн. 2. Основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 1982. 367 с.
- Васильев Г.Н., Ягопольский А.Г., Тремасов А.П. Проблемы диагностики и обеспечение надежности металлорежущих станков // СТИН. 2003. № 7. С. 14–17.
- Основы технологии машиностроения. В 2 т. / под ред. А.М. Дальского. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. 564 с.
- Заковоротный В.Л., Панов Е.Ю., Христофорова В.В., Лукьянов А.Д., Флек М.Б. Определение оптимальных аттракторов формообразующих движений при обработке глубоких отверстий малого диаметра // СТИН. 2006. № 1. С. 2–7.
- Каганов В.С. Математическое моделирование несущей системы станков // СТИН. 2003. № 3. С. 6–10.
- Каминская В.В., Левина З.М., Решетов Д.Н. Станины и корпусные детали металлорежущих станков (расчет и конструирование). М.: Машгиз, 1981. 363 с.
- Кирилин Ю.В., Табаков В.П., Еремин Н.В. Методика моделирования несущей системы станка // СТИН. 2004. № 6. С. 13–17.
- Кудинов В.А. Динамика станков. М.: Машиностроение, 1967. 359 с.
- Лысов В.Е. Теория автоматического управления. Специальные методы анализа линейных систем. Самара: СГТУ, 1999. 152 с.
- Лысов В.Е. Основы синтеза систем адаптивного обеспечения точности несущих элементов прецизионных станков : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Самара, 1991. 32 с.
- Маталин А.А. Точность механической обработки и проектирование технологических процессов. Л.: Машиностроение, 1970. 320 с.
- Косов М.Г., Кутин А.А., Саакян Р.В., Червяков Н.М. Моделирование точности при проектировании технологических машин. М.: СТАНКИН, 1998. 102 с.
- Никитин Б.В. Расчет динамических характеристик станков. М.: Машгиз, 1962. 110 с.
- Бржозовский Б.М. Обеспечение точности обработки на автоматизированных металлорежущих станках. Обзорная информация. М.: ВНИИТЭМР, 1992. 48 с.
- Проектирование металлорежущих станков и станочных систем. Ч. 1. Проектирование металлорежущих станков / под общ. ред. А.С. Проникова. М.: Машиностроение, 1994. 443 с.
- Салабаев Д.Е. Повышение точности при сверлении отверстий путем динамической настройки технологической системы : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Тольятти, 2005. 19 с.

#### REFERENCES

- Gorshkov B.M. Improvement of accuracy of multi-axis boring machines by means of automated control of elastic systems elements. *Avtomatizatsiya i sovremennyye tekhnologii*, 2003, no. 7, pp. 26–29.
- Gorshkov B.M. *Povyshenie tochnosti tekhnologicheskikh obrabatyvayushchikh sistem s sostavnymi staninami metodom avtomaticheskoy kompensatsii ikh deformatsiy*. Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk [The improvement of composite housing processing systems accuracy using the method of automated compensation of their deformations]. Togliatti, 2005. 35 p.
- Bazrov B.M. *Tekhnologicheskie osnovy proektirovaniya samopodnastraivayushchikhsya stankov* [Basic techniques of designing of self-tuning machines]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1978. 216 p.
- Bazrov B.M. *Raschet tochnosti mashin na EVM* [Machine accuracy calculation using computer]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1984. 256 p.
- Balakshin B.S. *Teoriya i praktika tekhnologii mashinostroeniya. Kn. 1. Tekhnologiya mashinostroeniya* [Theory and practice of mechanical engineering. Book 1. Mechanical engineering]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1982. 203 p.
- Balakshin B.S. *Teoriya i praktika tekhnologii mashinostroeniya. Kn. 2. Osnovy tekhnologii mashinostroeniya* [Theory and practice of mechanical engineering. Book 2. Principles of mechanical engineering]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1982. 367 p.
- Vasilyev G.N., Yagopolsky A.G., Tremasov A.P. Issues of diagnostics and reliability control of metal cutting machines. *STIN*, 2003, no. 7, pp. 14–17.
- Dalsky A.M. *Osnovy tekhnologii mashinostroeniya. V 2 t. [Principles of mechanical engineering. 2 vols.]*. Moscow, MG TU im. N.E. Bauman Publ., 1997. 564 p.
- Zakovorotnyi V.L., Panov E.Yu., Khristoforova V.V., Luk'yanov A.D., Flek M.B. Determining the optimal attractors of shaping motions in drilling deep holes of small diameter. *Russian engineering research*, 2006, vol. 86, no. 1, pp. 47–54.
- Kaganov V.S. Mathematical modeling of carrying system of machines. *STIN*, 2003, no. 3, pp. 6–10.
- Kaminskaya V.V., Levina Z.M., Reshetov D.N. *Staniny i korpusnye detali metallorazhushchikh stankov (raschet i konstruirovaniye)* [Frame works and body parts of

- metal cutting machines (calculation and designing)]. Moscow, Mashgiz Publ., 1981. 363 p.
12. Kirilin Yu.V., Tabakov V.P., Eremin N.V. Methods of modeling of machine carrying system. *STIN*, 2004, no. 6, pp. 13–17.
  13. Kudinov V.A. *Dimanika stankov* [Machine dynamics]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1967. 359 p.
  14. Lysov V.E. *Teoriya avtomaticheskogo upravleniya. Spetsialnye metody analiza lineynykh sistem* [Theory of automated control. Special methods of analysis of linear systems]. Samara, SGTU Publ., 1999. 152 p.
  15. Lysov V.E. *Osnovy sinteza sistem adaptivnogo obespecheniya tochnosti nesushchikh elementov pretsionnykh stankov*. Avtoref. diss. dokt. tekhn. nauk [Principles of synthesis of systems of adapting provision of accuracy of carrying elements of precision machine tools]. Samara, 1991. 32 p.
  16. Matalin A.A. *Tochnost' mekhanicheskoy obrabotki i proektirovanie tekhnologicheskikh protsessov* [Mechanical processing accuracy and technological processes designing]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1970. 320 p.
  17. Kosov M.G., Kutin A.A., Saakyan R.V., Chervyakov N.M. *Modelirovanie tochnosti pri proektirovanii tekhnologicheskikh mashin* [Modeling of accuracy during production machines designing]. Moscow, STANKIN Publ., 1998. 102 p.
  18. Nikitin B.V. *Raschet dinamicheskikh kharakteristik stankov* [Calculation of dynamic characteristics of machine tools]. Moscow, Mashgiz Publ., 1962. 110 p.
  19. Brzhozovsky B.M. *Obespechenie tochnosti obrabotki na avtomatizirovannykh metallozhushchikh stankakh. Obzornaya informatsiya* [Assurance of accuracy of processing on automated metal cutting machines. Survey information]. Moscow, VNIITEMP Publ., 1992. 48 p.
  20. Pronikov A.S., ed. *Proektirovanie metallozhushchikh stankov i stanochnykh sistem. Ch. 1. Proektirovanie metallozhushchikh stanov* [Designing of metal cutting machines and machine systems. P.1. Designing of metal cutting machines]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1994. 443 p.
  21. Salabaev D.E. *Povyshenie tochnosti pri sverlenii otverstiy putem dinamicheskoy nastroyki tekhnologicheskoy sistemy*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk [Accuracy improvement during drilling by means of dynamic setting of technological system]. Togliatti, 2005. 19 p.

#### THE DEVELOPMENT OF DYNAMIC MODEL OF THE COLUMN OF HORIZONTAL MULTI-AXIS BORING MACHINE WITH HYDRAULIC JACKS COMPLEX AS THE CONTROL TARGET

© 2016

**M.A. Rubtsov**, postgraduate student of Chair “Service of technical and technological systems”  
Volga Region State University of Service, Togliatti (Russia)

**Keywords:** horizontal multi-axis boring machine; strength deformations; dynamic model; control target; hydraulic jack; static setting.

**Abstract:** Metal cutting equipment is one of the basics of machine building production. Horizontal multi-axis boring machines used in machine building allow processing workpieces of various sizes and complexity with high accuracy and high efficiency. In this case, the accuracy of treatment depends on many factors but the basis is the geometrical accuracy of processing equipment itself. Machine accuracy affects its working ability, durability, efficiency, productivity, noise and vibration level and the quality of the goods produced. Strength bending and torsional deformations of stands of horizontal multi-axis boring machines occurring when moving the machine column along the stand cause the decentration of the processed bores, for example, during the boring. The author suggests installing of two executive elements of vertical displacements in conjunction between the slide assembly and the column bed of the machine. Hydraulic jacks are the example of such executive elements. Machine column with the hydraulic jacks' complex serves as the control target. When changing the working liquid pressure in them, the motion of column leading end occurs. The paper presents the design of the dynamic model of the column with hydraulic jacks' complex of the horizontal multi-axis boring machine, the stand of which is subject to the strength bending and torsional deformations. 2A459AF4 model machine became the study object. The author considered the reactions in the points of hydraulic jacks' installment and determined the analytical expressions on which basis the block schemes of control target with the hydraulic jacks' complex in relation to perturbation action and control channels were built. The object transfer function against the perturbation and control actions that allows producing the system of the static setting of processing system of multi-axis boring machines was determined.

## ГАШЕНИЕ АВТОКОЛЕБАНИЙ ЗАКРЕПЛЕННОГО В ЦЕНТРАХ НЕЖЕСТКОГО ВАЛА ПРИ ТОЧЕНИИ МНОГОРЕЗЦОВОЙ ГОЛОВКОЙ С ПЕРЕМЕННЫМ ШАГОМ ЗУБЬЕВ

© 2016

*В.М. Свинин*, доктор технических наук,  
профессор кафедры «Автоматизация производственных процессов»  
*А.Ю. Прохоров*, аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов»  
*Забайкальский государственный университет, Чита (Россия)*

*Ключевые слова:* нежесткий вал; регенеративные автоколебания; многолезцовая головка; переменный шаг зубьев.

*Аннотация:* Применение интенсивных режимов резания при обработке нежестких валов многолезцовыми головками сдерживается возбуждением регенеративных автоколебаний в технологической системе. Рассмотрены существующие способы их гашения. Одним из наиболее перспективных способов борьбы с регенеративными автоколебаниями является применение инструмента с непостоянным окружным шагом зубьев. Однако мнения исследователей о необходимой величине разности шагов зубьев инструмента расходятся. Для экспериментального определения этой величины разработана конструкция регулируемой многолезцовой головки и проведено исследование влияния разности шагов зубьев инструмента на амплитуду автоколебаний нежесткого вала при его точении с закреплением в центрах. При настройке головки использовали чередование увеличенных и уменьшенных шагов зубьев. Колебания заготовки в вертикальном и горизонтальном направлениях регистрировали бесконтактными токовихревыми датчиками. На основе анализа виброграмм автоколебаний, их частотных спектров, траекторий движения заготовки и фотографий обработанных поверхностей установлено, что с ростом разности смежных шагов зубьев происходит последовательное уменьшение, увеличение и повторное уменьшение амплитуды автоколебаний. Гашение автоколебаний происходит при разности окружных шагов зубьев в диапазоне значений  $0,25 \dots 1,3$  длины волны автоколебаний на поверхности резания. Почти полное их подавление получено при значении  $0,75$ . Результаты полученных экспериментальных данных объяснены с позиции теории регенеративных автоколебаний. Таким образом, экспериментально доказано, что применение многолезцовых головок с настройкой разности окружного шага зубьев позволяет обеспечить динамическую устойчивость процесса точения нежестких валов.

### ВВЕДЕНИЕ

При обработке нежестких валов, длина которых превышает десять диаметров, часто приходится решать задачу обеспечения динамической устойчивости технологической системы (ТС), поскольку при возбуждении автоколебаний резко ухудшаются показатели точности и шероховатости обработанной поверхности, стойкость инструмента и даже возникает опасность его поломки. Предельно допустимые по виброустойчивости режимы резания находят экспериментально либо путем исследования динамики процесса точения с помощью математических моделей [1–3]. Для повышения этих режимов в практике машиностроительных предприятий обычно используют неподвижные и подвижные люнеты, демпферы и их сочетания [4]. Однако, как отмечается в работе [5], «основным недостатком традиционных люнетов является невозможность обработки наружной поверхности под люнетами, необходимость создавать дополнительные технологические и измерительные базы в виде базовых шеек и контрольных поясков с высокой точностью на низких режимах, необходимость выверки заготовок». Лучшие результаты дает использование самоцентрирующихся гидравлических люнетов [6]. Но применение всех видов люнетов и демпферов требует дополнительных затрат производственного времени, что снижает производительность труда.

Эффективное подавление автоколебаний при точении нежестких валов без применения люнетов и демпферов возможно на основе использования способа, предложенного проф. М.Е. Эльясбергом [7], согласно которому между инструментом и заготовкой создают дополнительный касательный к поверхности резания

контур пониженной жесткости, имеющий частоту собственных колебаний, равную частоте автоколебаний. В процессе резания колебания дополнительного касательного контура забирают энергию нормальных к поверхности резания автоколебаний, не давая им развиваться. Для реализации этого способа были разработаны и успешно испытаны специальные пружинящие устройства с регулируемой в направлении скорости резания жесткостью: поводковый центр [8] и проходные резцы [9; 10]. Общим недостатком этих устройств является необходимость точной настройки частоты их собственных колебаний в резонанс с частотой автоколебаний. Кроме того, они не устраняют погрешность формообразования обработанной детали в виде бочкообразности вследствие разности ее жесткости в центре и по краям.

С целью кратного повышения производительности однолезвийную обработку заменяют точением двумя резцами, закрепленными в самоцентрирующихся переднем и заднем суппортах [11], либо многолезцовыми головками [12], работающими по схемам деления подачи (чаще) или глубины резания. При их использовании также увеличивается и точность обработки вследствие сбалансированности радиальных составляющих силы резания на инструменте. Однако при obtачивании валов длиной более десяти диаметров процесс резания теряет динамическую устойчивость и преимущества многоинструментальной обработки [13]. Для устранения этого недостатка в многолезцовые головки в непосредственной близости к резцам встраивают демпферы [14; 15]. Но это значительно усложняет конструкцию головок и процесс их настройки.

Другой путь повышения динамической устойчивости обработки валов многолезвными головками лежит в применении неравномерного шага зубьев. В практике машиностроения широко известны примеры успешного использования разношаговых многолезвийных инструментов: торцовых и концевых фрез, зенкеров, разверток, многолезвковых обточных головок и других [16–18]. Однако положительный результат эти инструменты дают только при работе на одной определенной скорости резания. При работе с другими скоростями автоколебания не только не гасятся, но и могут усиливаться. Поэтому конструкции виброустойчивых многолезвийных инструментов обязательно должны иметь возможность обоснованной регулировки шага зубьев.

Идея повышения динамической устойчивости многолезвийной обработки на примере фрезерования впервые в 1965 г. была обоснована J. Slavicek [19] на основании результатов имитационного моделирования процесса резания инструментом с нерегулярным шагом зубьев. По его предложению для гашения автоколебаний угловые шаги смежных зубьев должны обеспечивать фазовое запаздывание текущих и предшествующих автоколебаний в  $90^\circ$  (четверть волны). Позднее эти исследования продолжили Н. Opitz [20] и P. Vanherck [21], подтвердившие целесообразность такого подхода. J. Slavicek и Н. Opitz исследовали вариацию двух соседних шагов зубьев, а P. Vanherck увеличил количество рассматриваемых шагов. Во всех исследованиях применяли так называемый альтернативный вариант изменения шага зубьев с последовательным чередованием его увеличения и уменьшения на половину длины волны автоколебаний. J. Tlustý [22] исследовал динамическую устойчивость концевой фрезы, имевшей линейный характер вариации шага зубьев – его постепенное нарастание с одинаковым приращением. Поскольку случайно выбранная величина разности шага смежных зубьев не была связана с длиной волны автоколебаний, она не обеспечила их существенного подавления. В противоположность этим результатам E. Budak [23; 24] показал, что при выборе разности шага в половину длины волны автоколебаний линейная вариация шага наиболее эффективна и превосходит даже альтернативную. Третий вариант выбора непостоянного шага зубьев предложен в работе Y. Altintas [25], где для данной скорости резания нечетные шаги инструмента соответствуют некоторому количеству волн с дробным остатком в четверть волны, а четные шаги – целому их количеству. С.Г. Черезов [18] запатентовал способ точения многолезвковой головкой, шаги зубьев которой настраивают на целое число волн автоколебаний.

Следует отметить, что неравномерный шаг зубьев инструмента определяет не только динамическую устойчивость ТС, но также интенсивность и характер ее вынужденных колебаний, а следовательно, и точность обработанных деталей. С этой точки зрения использование нарастающего шага зубьев наименее желательно и должно сопровождаться оценкой точности обработки.

Рекомендации по выбору разности шагов соседних зубьев теоретически обосновал С.С. Кедров [26]. Для назначенной скорости резания она должна составлять половину длины волны автоколебаний. Позже эти рекомендации развил В.Г. Шаламов [27], согласно которому разность шагов может составлять половину, пол-

торы, две с половиной и т. д. длины волны. Однако из ряда этих значений наиболее эффективно первое.

Влияние количества расположенных на поверхности резания между соседними зубьями волн автоколебаний на их возбуждение связано с природой регенеративного эффекта [28] и иллюстрируется диаграммой динамической устойчивости, впервые предложенной Н.Е. Merritt [29]. Согласно этой диаграмме наиболее сильное возбуждение автоколебаний происходит в том случае, когда их количество имеет дробный остаток, равный 0,75 длины волны. Подавлению автоколебаний соответствует остаток в 0,25 волны. В этой связи управление динамикой процесса резания заключается в выборе соответствующей скорости резания или величины шага зубьев инструмента.

Нахождение опытным путем наилучшей разности чередующихся по величине шагов зубьев многолезвковой регулируемой головки при точении нежесткого вала описано в работе [30]. Головку устанавливали на суппорте токарного станка вместо резцедержателя, а заготовку консольно закрепляли в трехкулачковом патроне. Опыты показали, что разность шагов зубьев в половину длины волны автоколебаний обеспечивает уменьшение их амплитуды в 7,5 раза, а в длину одной волны – только в 4,8 раза. Следовательно, рекомендации С.Г. Черезова [18] можно считать менее эффективными, чем рекомендации С.С. Кедрова [26].

Очевидно, что среди исследователей до сих пор не выработан единый подход к выбору наилучшего расположения зубьев инструмента для обеспечения уверенного подавления автоколебаний. Динамическая устойчивость ТС при работе многолезвийными инструментами зависит в первую очередь от трех факторов: характера изменения шагов смежных зубьев (чередующегося, нарастающего или комбинированного), величины их разности и дробного остатка количества волн автоколебаний, уместающихся на поверхности резания между соседними зубьями. Второй и третий факторы определяют фазовый сдвиг колебаний ТС при работе смежных зубьев. Пристальное изучение этих факторов является основой создания виброустойчивых конструкций широкого класса многолезвийных инструментов.

Таким образом, способ гашения автоколебаний при точении путем регулирования шага зубьев многолезвковой головки является перспективным, но требует дальнейшего изучения. Это определяет актуальность представленного ниже исследования. Его целью является оценка эффективности подавления автоколебаний при точении нежесткого вала, закрепленного в центрах, как наиболее часто используемого в практике машиностроительного производства.

#### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили на токарно-винторезном станке мод. 16Б25ПСП, на суппорте которого вместо резцедержателя была установлена четырехрезцовая головка на специальном кронштейне (рис. 1).

Шаг зубьев инструмента варьировали путем углового смещения двух горизонтально расположенных резцов. Заготовка представляет собой вал из стали 45 ( $HV=197$ ) диаметром 24 мм и длиной 425 мм, закрепленный в переднем поводковом и заднем вращающемся центрах. Обработку проводили на следующем режиме

резания:  $t=0,5$  мм,  $S_o=0,375$  мм/об ( $S_z=0,09375$  мм/зуб),  $n=630$  об/мин. Действительная частота вращения шпинделя (измеренная с помощью токовихревого датчика, установленного напротив кулачков патрона) составила  $n=653,594$  об/мин, а действительная скорость резания  $v = 49,25$  м/мин =  $0,821$  м/с. Колебания заготовки в горизонтальном и вертикальном направлениях регистрировали с помощью двух токовихревых датчиков мод. АЕ108. Сигналы с датчиков через аналого-цифровой преобразователь мод. ZETLab 210 поступали на персональный компьютер, на экране которого отображались виброграммы колебаний вала в горизонтальном и вертикальном направлениях. Для определения частотного спектра колебаний числовые массивы данных каждой виброграммы подвергали анализу Фурье с помощью программного комплекса «MatLab». По этим же массивам данных строили графики траектории движения заготовки в плоскости, нормальной к ее оси, за несколько оборотов.

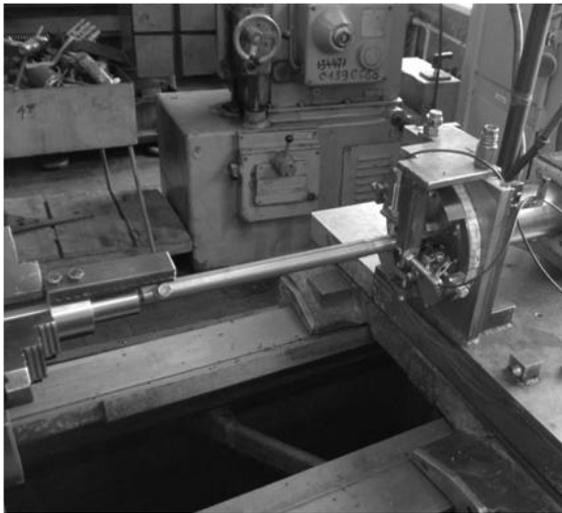


Рис. 1. Экспериментальная установка

Многорезцовая головка (рис. 2) состоит из фланца 1 с установленными на нем четырьмя державками 2, перемещение которых по окружности обеспечивается с помощью кольцевого паза на фланце. На державках установлены режущие вставки 3, оснащенные четырехгранными пластинами из твердого сплава Т5К10 ( $\varphi=45^\circ$ ,  $\alpha=6^\circ$ ,  $\gamma=+6^\circ$ ). Державки 2 закреплены на фланце 1 с помощью болтов 5 и 9. Настройку режущих вставок на необходимый диаметральный размер проводили с помощью эталонной детали, закрепленной в патроне, и набора плоских шупов. Радиальное положение вставок регулировали болтами 11, а осевое – винтами 10. Крепление резцовых вставок осуществляли скошенными планками 8.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Перед проведением опытов была найдена частота первой гармоники собственных затухающих колебаний заготовки путем записи осциллограммы при ударе по ее середине. Определенная по осциллограмме частота составила 270 Гц.

Результаты опытов представлены в таблице 1 и на рис. 3–8. При равномерном расположении зубьев головки (опыт № 1) в процессе резания возникли интенсивные вибрации заготовки с амплитудой 39 мкм в горизонтальном и 60 мкм в вертикальном направлениях. Их появление сопровождалось характерным шумом и образованием следов на обработанной поверхности (рис. 4 а). По физической сущности эти вибрации являются автоколебаниями, о чем свидетельствует характер их виброграммы (рис. 5 а), частотных спектров (рис. 6 а) и траектории колебательного движения заготовки (рис. 7 а) с ярко выраженной доминирующей гармоникой на частоте 580 Гц. Из сравнения этой частоты с частотой собственных колебаний заготовки без резания видно, что в первых трех опытах автоколебания возбуждались преимущественно на второй гармонике, а в остальных – на первой.

Ступенчатое увеличение разности шагов зубьев изменило интенсивность колебательного движения (см. рис. 3).

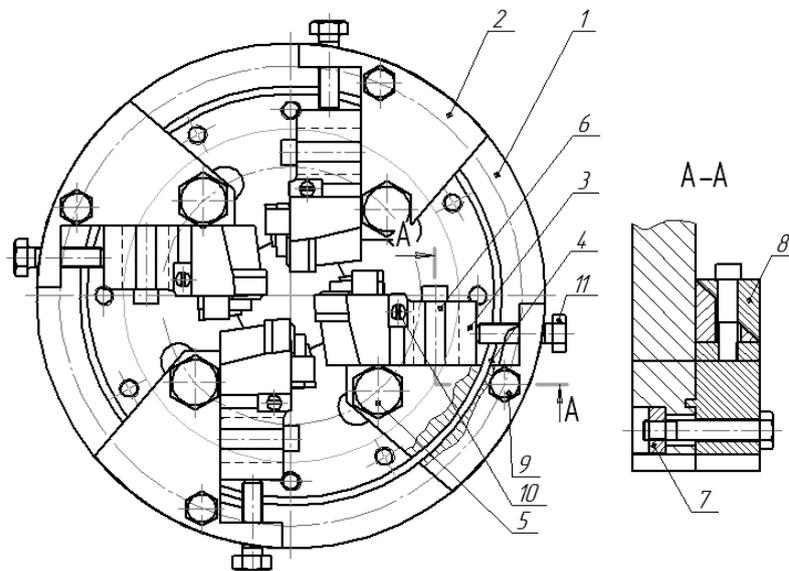


Рис. 2. Многорезцовая головка

Таблица 1. Влияние разности шагов смежных зубьев на амплитуду и частоту автоколебаний

№ опыта	Угловое смещение горизонтальных резцов		Разность шагов смежных резцов		Частота доминирующей гармоники $f$ , Гц	Амплитуда автоколебаний $A$ , мкм	
	в долях волны автоколебаний	в градусах	в долях волны автоколебаний, $\delta_d$	в градусах, $\delta^\circ$		горизонтальных	вертикальных
1	0	0	0	0	580	39	60,0
2	0,125	0,80	0,25	1,6	578	13	15,0
3	0,250	1,50	0,50	3,0	537	14	15,0
4	0,375	2,50	0,75	5,0	368	4	4,0
5	0,500	3,40	1,00	6,8	368	27	21,0
6	0,625	4,20	1,30	8,4	367	13	15,0
7	0,750	5,10	1,50	10,2	325	33	54,0
8	0,875	5,90	1,75	11,8	322	68	83,0
9	1,000	6,75	2,00	13,5	323	26	29,5

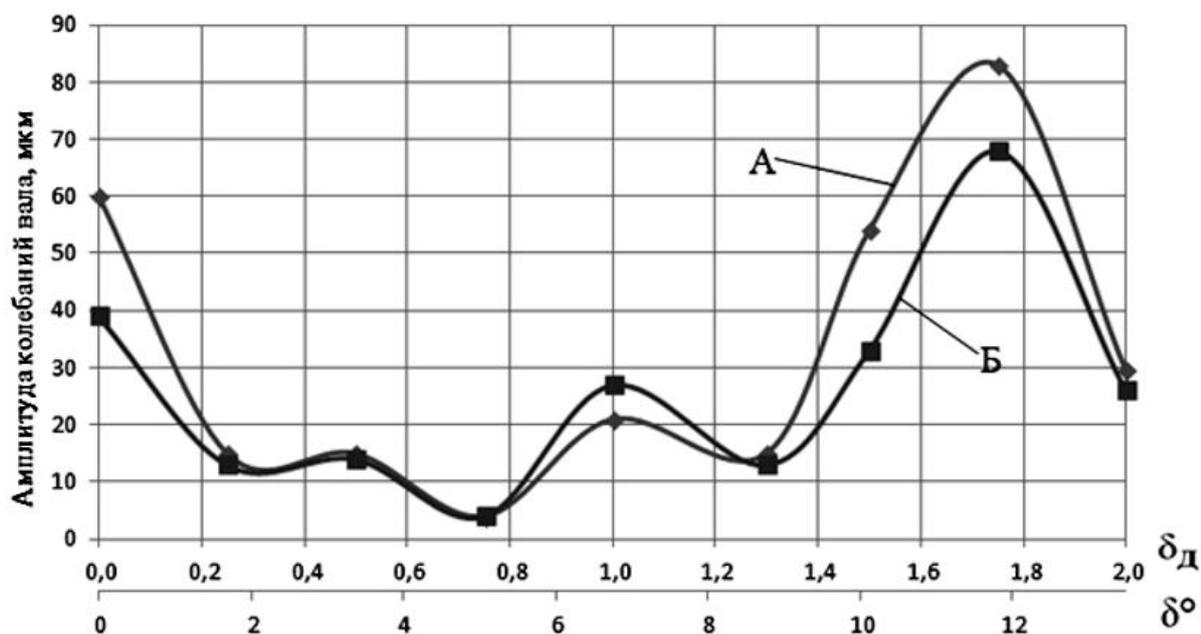


Рис. 3. Влияние разности шагов смежных зубьев инструмента в долях длины волны автоколебаний  $\delta_d$  и градусах  $\delta^\circ$  на амплитуду автоколебаний заготовки: А – вертикальные колебания; Б – горизонтальные колебания

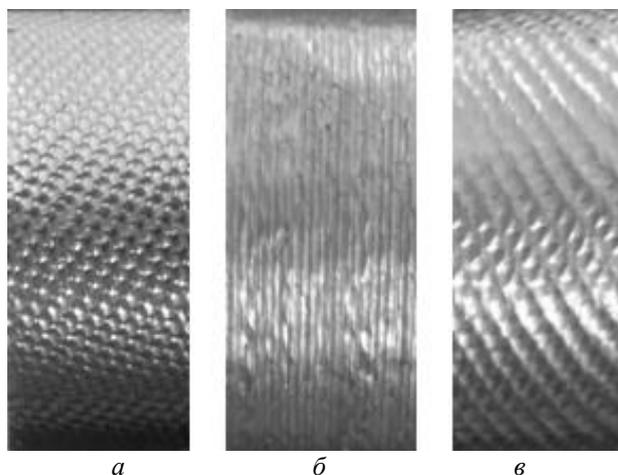


Рис. 4. Фотографии обработанных поверхностей: а – при постоянном шаге зубьев (опыт № 1); б – при разности шагов в 0,75 длины волны (опыт № 4); в – при разности шагов в 1,75 длины волны (опыт № 8)

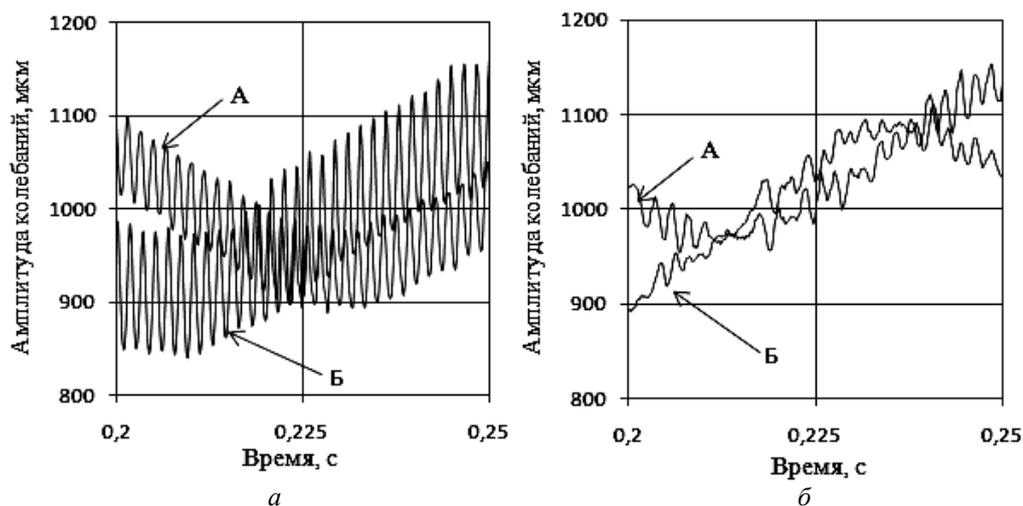


Рис. 5. Виброграммы колебаний вала: а – при постоянном шаге зубьев (опыт № 1); б – при разности шагов в 0,75 длины волны (опыт № 4): А – горизонтальные колебания; Б – вертикальные колебания

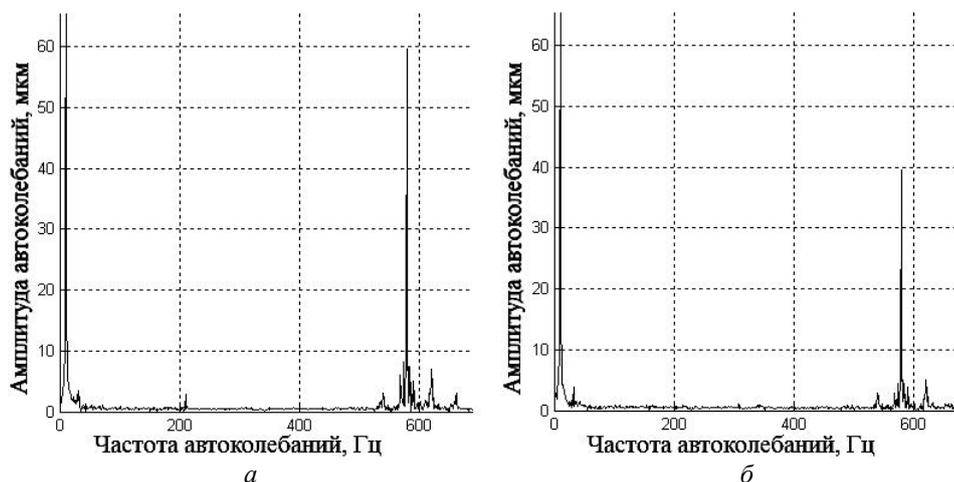


Рис. 6. Спектры частот колебаний вала при постоянном шаге зубьев: а – в вертикальной плоскости; б – в горизонтальной плоскости

В диапазоне значений 0,25...1,3 длины волны (опыты № 2...6) разность шагов зубьев способствовала существенному подавлению автоколебаний, а при 0,75 (опыт № 4) – почти полному их исчезновению (см. рис. 4 б, 5 б, 7 б, 8).

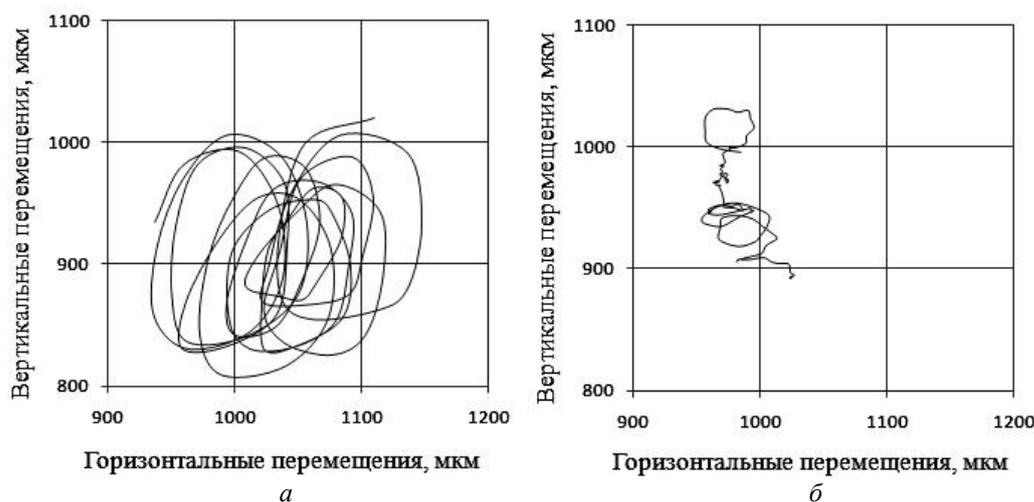
Дальнейшее увеличение разношаговости зубьев привело к повторному росту и спаду амплитуды автоколебаний. При значении разности шагов в 1,75 длины волны (опыт № 8) амплитуда автоколебаний повысилась примерно в 1,5 раза по сравнению с равномерным расположением зубьев, что отразилось на качестве обработанной поверхности (см. рис. 4 в).

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

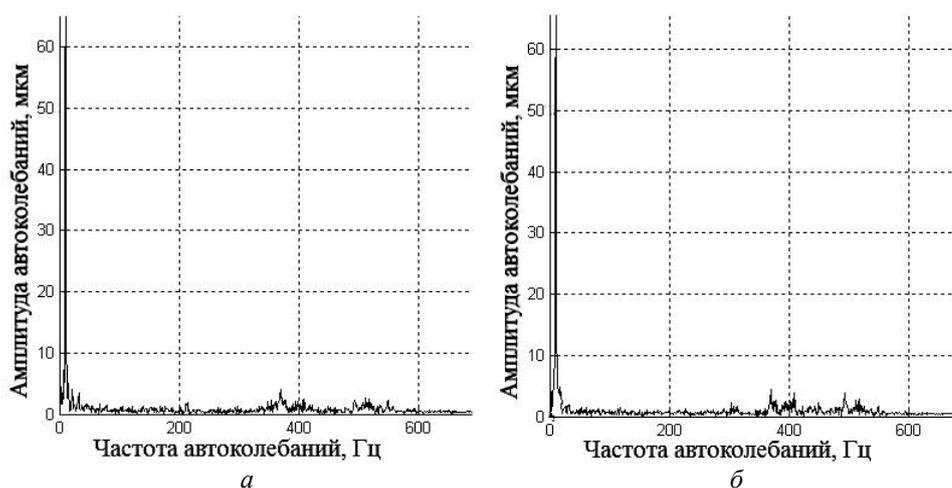
Изменение динамического состояния ТС можно объяснить с позиции теории регенеративных автоколебаний [28]. При равномерном расположении зубьев (опыт № 1) между соседними зубьями лежит достаточно большое число волн автоколебаний, что создает условия для их практически свободной регенерации.

Самоорганизация автоколебаний в этом случае происходит таким образом, что текущие колебания ТС опережают колебания вибрационного следа на поверхности резания на 0,25 длины их волны, что обеспечивает поступление энергии для поддержания колебаний. В этом случае происходит подстраивание текущих колебаний ТС под колебания следа. После поворота заготовки на четверть оборота на всех зубьях инструмента одновременно происходит короткий (в течение одного-двух колебаний) переходный процесс.

Изменение окружного шага зубьев сбивает синхронность переходных процессов, т. е. зубья мешают друг другу подстраиваться под колебания следа в переходном процессе, что приводит к снижению амплитуды автоколебаний. Максимальное гашение автоколебаний, согласно теории регенеративных автоколебаний, должно происходить при разности окружных шагов, равной половине длины волны автоколебания на поверхности резания. Колебания заготовки при этом должны происходить в противофазе, что физически невозможно, так



**Рис. 7.** Траектории движения заготовки при точении:  
*а* – при равномерном шаге зубьев; *б* – при разности шагов в 0,75 длины волны (опыт № 4)



**Рис. 8.** Спектры частот колебаний вала при разности шагов в 0,75 длины волны (опыт № 4):  
*а* – в вертикальной плоскости; *б* – в горизонтальной плоскости

как зубья инструмента закреплены на одном корпусе. Также следует учитывать, что смежные зубья на инструменте расположены не параллельно, а взаимно перпендикулярно и траектория колебаний заготовки близка к окружности. Вследствие этого наибольшему стеснению регенерации автоколебаний соответствует разность шагов соседних зубьев в 0,75 длины волны, что и подтвердил опыт № 4, в котором ярко выраженных автоколебаний не наблюдается. Изменение частоты автоколебаний в этом опыте по сравнению с предыдущими опытами, то есть со второй гармоники на первую, также связано с самоорганизацией ТС в наиболее выгодное состояние, при котором на поддержание колебаний расходуется минимум энергии.

При дальнейшем увеличении разности шага зубьев регенерация автоколебаний усиливается, что выражается в росте их амплитуды (опыты № 7 и особенно № 8). Возможно, что дальнейшее увеличение разности шага зубьев будет сопровождаться циклическим изменением амплитуды и частоты автоколебаний. Однако при практическом применении инструмента с непостоянным

шагом зубьев для подавления автоколебаний следует использовать минимальную разношаговость зубьев для того, чтобы обеспечить примерно одинаковый уровень их нагрузки, и, следовательно, одинаковую стойкость.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Применение многолезцовых головок с регулированием окружного шага зубьев позволяет обеспечить динамическую устойчивость процесса точения нежестких валов. Для использования в промышленности можно рекомендовать диапазон разности окружного шага зубьев 0,25...1,3 длины волны автоколебаний на поверхности резания. Наилучшие результаты достигаются при разности шага 0,75 длины волны.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ташлицкий Н.И., Гребень В.Г. Виброустойчивость при чистовом точении валов резцами с зачищающей режущей кромкой // Вестник машиностроения. 1983. № 5. С. 53–55.

2. Ямникова О.А. Виброустойчивость процесса лезвийной обработки нежестких валов : дис. ... докт. техн. наук. Тула, 2004. 357 с.
3. Городецкий Ю.И. Создание математических моделей сложных автоколебательных систем в станкостроении // Автоматизация проектирования: сб. ст. Вып. 1. М.: Машиностроение, 1989. С. 203–220.
4. Подпоркин В.Г. Обработка нежестких деталей. М.: Машгиз, 1959. 209 с.
5. Драчев О.И. Технология вибрационной обработки и вибрационного точения мало жестких деталей. ИРБИТ: Оникс, 2014. 259 с.
6. Расторгуев Д.А., Драчев О.И. Исследование динамики мало жестких валов // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2004. № 9. С. 55–56.
7. Эльясберг М.Е., Демченко В.А., Савинов В.А. Способ структурного повышения виброустойчивости при резании // Станки и инструмент. 1983. № 4. С. 3–7.
8. Свинин В.М., Кологреев Е.В., Есаулов А.С. Повышение динамической устойчивости процесса точения путем использования пружинящего поводкового центра // Механики XXI века. 2013. № 12. С. 140–143.
9. Свинин В.М., Самсонов А.В., Большухин А.О. Подавление автоколебаний при точении нежестких валов пружинящим резцом // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 112–119.
10. Расторгуев Д.А., Расторгуева О.А., Драчев О.И., Николаев С.В. Резец для вибрационного резания : патент РФ № 2292990, 28.11.2004.
11. Драчев О.И., Тараненко В.А. Устройство для двухрезцовой обработки : а.с. СССР № 1137663.
12. Васильевых Л.А., Жуйков В.А. Многорезцовая самоцентрирующая головка // Станки и инструмент. 1985. № 4. С. 34–35.
13. Драчев О.И. Технология изготовления мало жестких осесимметричных деталей. СПб.: Политехника, 2005. 289 с.
14. Быков Г.Т., Дорохин Н.Б., Маликов А.А., Ямников А.С. Точение нежестких заготовок многорезцовыми головками с подвижным люнетом – виброгасителем // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2009. № 1-1. С. 173–177.
15. Астахов С.А. Высокопроизводительное точение тонкостенных закалённых цилиндрических заготовок : дис. ... канд. техн. наук. Тула, 2012. 185 с.
16. Дыков А.Т., Ясинский Г.И. Прогрессивный режущий инструмент в машиностроении. Л.: Машиностроение, 1972. 224 с.
17. Баранчиков В.И., Жаринов А.В., Юдина Н.В., Садыхов А.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. М.: Машиностроение, 1990. 400 с.
18. Черезов С.Г. Способ многорезцового точения и многорезцовая головка : а.с. СССР № 1814967.
19. Slavicek J. The Effect of Irregular Tooth Pitch on Stability of Milling // Proceedings of the 6th MTDR Conference. London: Pergamon Press, 1965. P. 15–22.
20. Opitz H., Dregger E.U., Roese H. Improvement of the Dynamic Stability of the Milling Process by Irregular Tooth Pitch // Proceedings of the Adv. MTDR Conference. 1966. № 7. P. 213–227.
21. Vanherck P. Increasing Milling Machine Productivity by Use of Cutters with Non-Constant Cutting Edge Pitch // Advances in Machine Tool Design and Research: Proceedings of the 8th MTDR Conference. Oxford: Pergamon Press, 1967. P. 947–960.
22. Tlustý J., Ismail F., Zaton W. Use of Special Milling Cutters Against Chatter // Manufacturing Engineering Transactions. Madison: University of Wisconsin, 1983. P. 408–415.
23. Budak E. An analytical design method for milling cutters with nonconstant pitch to increase stability, Part 1: Theory // Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME. 2003. Vol. 125. № 1. P. 29–34.
24. Budak E. An analytical design method for milling cutters with nonconstant pitch to increase stability, Part 2: Application // Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME. 2003. Vol. 125. № 1. P. 35–38.
25. Altintas Y., Engin S., Budak E. Analytical stability prediction and design of variable pitch cutters // Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME. 1999. Vol. 121. № 2. P. 173–178.
26. Кедров С.С. Колебания металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1978. 199 с.
27. Шаламов В.Г. Теоретические основы взаимосвязи параметров инструмента с динамикой фрезерования листовых заготовок : дис. ... докт. техн. наук. Челябинск, 1990. 344 с.
28. Свинин В.М. Самоорганизация вторичных автоколебаний при лезвийной обработке // СТИН. 2006. № 1. С. 7–13.
29. Merritt H.E. Theory of Self-Excited Machine-Tool Chatter: Contribution to Machine-Tool Chatter Research // Journal of Engineering for Industry. 1965. Vol. 87. № 4. P. 447–454.
30. Свинин В.М., Прохоров А.Ю. Подавление автоколебаний при точении нежестких валов многорезцовой головкой с переменным шагом зубьев // Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2014. № 10. С. 37–41.

## REFERENCES

1. Tashlitskii N.I., Greben V.G. Vibration stability when finish turning shafts with a broad finishing tool. *Soviet engineering research*, 1983, vol. 3, no. 5, pp. 44–47.
2. Yamnikova O.A. *Vibroustoychivost protsessa lezviynoy obrabotki nezhestkikh valov*. Diss. dokt. tekhn. nauk [Vibration resistance of the process of edge cutting machining of movable shafts]. Tula, 2004. 357 p.
3. Gorodetsky Yu.I. Creation of mathematical models of complex autovibrating systems in machine tool building. *Sbornik statey "Avtomatizatsiya proektirovaniya"*. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1989, vyp. 1, pp. 203–220.
4. Podporokin V.G. *Obrabotka nezhestkikh detaley* [Handling of non-rigid parts]. Moscow, Mashgiz Publ., 1959. 209 p.
5. Drachev O.I. *Tekhnologiya vibratsionnoy obrabotki i vibratsionnogo tocheniya malozhestkikh detaley*

- [Technology of vibration treatment and vibration turning of low-rigid parts]. Irbit, Oniks Publ., 2014. 259 p.
6. Rastorguev D.A., Drachev O.I. The study of low-rigid shafts dynamics. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2004, no. 9, pp. 55–56.
  7. Elyasberg M.E., Demchenko V.A., Savinov V.A. Method for the structural improvement of machine tool vibration stability during cutting. *Soviet engineering research*, 1983, no. 4, pp. 3–7.
  8. Svinin V.M., Kologreev E.V., Esaulov A.S. Dynamic stability improvement of the turning process by using spring driving center. *Mekhaniki XXI veku*, 2013, no. 12, pp. 140–143.
  9. Svinin V.M., Samsonov A.V., Bolshukhin A.O. Suppression of oscillation in turning non-rigid shaft springy cutter. *Mekhaniki XXI veku*, 2014, no. 13, pp. 112–119.
  10. Rastorguev D.A., Rastorgueva O.A., Drachev O.I., Nikolaev S.V. *Rezets dlya vibratsionnogo rezaniya* [Cutter for cutting vibration]. Patent RF, no. 2292990, 2004.
  11. Drachev O.I., Taranenko V.A. *Ustroystvo dlya dvukhreztsovoy obrabotki* [Device for two-cutter processing]. Author certificate USSR, no. 1137663.
  12. Vasilyevykh L.A., Zhuykov V.A. Multiple-tool self-centering head. *Stanki i instrument*, 1985, no. 4, pp. 34–35.
  13. Drachev O.I. *Tekhnologiya izgotovleniya malozhestkikh osesimmetrichnykh detaley* [Technology of production of non-hard axisymmetric parts]. S. Petersburg, Politehnika Publ., 2005. 289 p.
  14. Bykov G.T., Dorokhin N.B., Malikov A.A., Yamnikov A.S. Turning nonrigid workpieces Gang heads with movable lunette-vibration damper. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2009, no. 1-1, pp. 173–177.
  15. Astakhov S.A. *Vysokoproizvoditelnoe tochenie tonkostennykh zakalennykh tsilindricheskikh zagotovok*. Diss. kand. tekhn. nauk [High efficiency turning of thin-walled hardened cylindrical works]. Tula, 2012. 185 p.
  16. Dykov A.T., Yasinsky G.I. *Progressivny rezhushchiy instrument v mashinostroenii* [Progressive cutting tool in machine building]. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1972. 224 p.
  17. Baranchikov V.I., Zharinov A.V., Yudina N.V., Sadykhov A.I. *Progressivnye rezhushchie instrumenty i rezhimy rezaniya metallov* [Progressive cutting tools and metal cutting modes]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1990. 400 p.
  18. Cherezov S.G. *Sposob mnogoreztsovogo tocheniya i mnogoreztsovaya golovka* [Method of multiple-tool turning and multiple-tool head]. Author certificate USSR, no. 1814967.
  19. Slavicek J. The Effect of Irregular Tooth Pitch on Stability of Milling. *Proceedings of the 6th MTDR Conference*. London, Pergamon Press, 1965, pp. 15–22.
  20. Opitz H., Dregger E.U., Roese H. Improvement of the Dynamic Stability of the Milling Process by Irregular Tooth Pitch. *Proceedings of the Adv. MTDR Conference*, 1966, no. 7, pp. 213–227.
  21. Vanherck P. Increasing Milling Machine Productivity by Use of Cutters with Non-Constant Cutting Edge Pitch. *Advances in Machine Tool Design and Research: Proceedings of the 8th MTDR Conference*. Oxford, Pergamon Press, 1967, pp. 947–960.
  22. Tlusty J., Ismail F., Zaton W. Use of Special Milling Cutters Against Chatter. *Manufacturing Engineering Transactions*. Madison, University of Wisconsin, 1983, pp. 408–415.
  23. Budak E. An analytical design method for milling cutters with nonconstant pitch to increase stability, Part 1: Theory. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, 2003, vol. 125, no. 1, pp. 29–34.
  24. Budak E. An analytical design method for milling cutters with nonconstant pitch to increase stability, Part 2: Application. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, 2003, vol. 125, no. 1, pp. 35–38.
  25. Altintas Y., Engin S., Budak E. Analytical stability prediction and design of variable pitch cutters. *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, 1999, vol. 121, no. 2, pp. 173–178.
  26. Kedrov S.S. *Kolebaniya metallovezhushchikh stankov* [Metal-cutting machines vibrations]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1978. 199 p.
  27. Shalamov V.G. *Teoreticheskie osnovy vzaimosvyazi parametrov instrumenta s dinamikoy frezerovaniya listovykh zagotovok*. Diss. dokt. tekhn. nauk [Theoretical foundations of interconnection of tool parameters with the dynamics of sheet workpieces milling]. Chelyabinsk, 1990. 344 p.
  28. Svinin V.M. Self-organization of secondary autooscillations during edge cutting machining. *STIN*, 2006, no. 1, pp. 7–13.
  29. Merritt H.E. Theory of Self-Excited Machine-Tool Chatter: Contribution to Machine-Tool Chatter Research. *Journal of Engineering for Industry*, 1965, vol. 87, no. 4, pp. 447–454.
  30. Svinin V.M., Prokhorov A.Yu. On the Suppression of Chatter Vibrations in Turning of Flexible Shafts by a Multiple Cutting Head with Variable Pitch Tooth. *Spravochnik. Inzhenerny zhurnal s prilozheniem*, 2014, no. 10, pp. 37–41.

**DAMPING OF AUTOVIBRATIONS OF FLEXIBLE SHAFT EMBODIED IN CENTERS  
WHEN TURNING BY MULTIPLE-TOOL HEAD WITH VARIABLE TOOTH PITCH**

© 2016

*V.M. Svinin*, Doctor of Sciences (Engineering), professor of Chair “Automation of production processes”

*A.Yu. Prokhorov*, postgraduate student of Chair “Automation of production processes”

*Transbaikal State University, Chita (Russia)*

*Keywords:* flexible shaft; regenerating autovibrations; multiple-tool head; variable tooth pitch.

*Abstract:* The application of intensive modes of cutting while processing movable shafts by multiple-tool heads is contained by the actuation of regenerating autovibrations in the technological system. The authors considered the existing methods of their damping. The application of tool with variable circular tooth pitch is the most advanced method of regenerating autovibrations damping. However, the scientists’ opinions on the desired value of tooth pitch diversity vary. For the experimental determination of this value, the authors developed the structure of the adjustable multiple-tool head and carried out the study of the influence of tooth pitch diversity on the amplitude of movable shaft autovibrations during its turning with fixing it in centers. When adjusting head, the authors used the cycling of the enlarged and reduced tooth pitches. The noncontacting eddy current sensors were used to register the workpiece vertical and horizontal vibrations. Based on the analysis of autovibrations vibration records, their frequency spectra, workpiece motion trajectories and the processed surfaces pictures, the authors detected that the increase in neighbor tooth pitches diversity causes the sequential contraction, the enlargement and the repeated contraction of the autovibrations amplitude. Autovibrations damping takes place when the diversity of circular tooth pitches is within the range of values from 0.25 up to 1.3 of autovibrations wavelength on the cut surface. They were damped almost completely at the value of 0.75. The authors explained the results of received experimental data from the position of the regenerating autovibrations theory. Therefore, it is proved experimentally that the application of multiple-tool heads with the adjustment of circular tooth pitch diversity allows providing the dynamical stability of movable shafts turning process.



---

# ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

---



## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ФИТНЕС-УСЛУГ: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

© 2016

*Н.Е. Бартенева*, аспирант кафедры «Связи с общественностью и массовые коммуникации»  
*Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, Иваново (Россия)*

**Ключевые слова:** модели потребления фитнес-услуг; потребитель (клиент) фитнеса; мотивы потребления фитнес-услуг; факторный анализ.

**Аннотация:** В статье рассмотрены возможности применения одного из методов многомерной статистики – факторного анализа при изучении мотивационных моделей потребления фитнес-услуг. Автор обосновывает актуальность моделирования поведения потребителей на рынке фитнес-услуг. Особое внимание уделяется построению моделей на основе критерия мотивации. Автор подробно описывает методологию и методику исследования мотивации потребителей фитнес-услуг и приводит результаты аналитического исследования, на основе которых был проведен факторный анализ и построены мотивационные модели потребления фитнес-услуг. В основном исследовании в качестве метода сбора данных был применен онлайн-опрос клиентов фитнес-клубов из различных регионов России, а также анкетирование клиентов непосредственно на территории фитнес-клубов Ивановского региона. Всего было опрошено 1160 респондентов. Гипотеза исследования заключается в том, что различным половозрастным группам будут свойственны определенные стратегии поведения с точки зрения мотивации занятий фитнесом. Применение факторного анализа позволило выявить шесть моделей поведения: гедонистическую, демонстративную, эвристическую, оздоровительную, спортивно-телесную и рекреационную. Эмпирические данные, полученные в исследовании, подтвердили исходную гипотезу. Кросстабуляционный анализ показал статистически значимые различия во всех социальных группах по всем моделям, за исключением эвристической. Полученные в ходе опроса данные позволяют сделать вывод о том, что поведение потребителей на рынке фитнес-услуг детерминировано разными мотивационными стратегиями, а определенные социальные группы склонны демонстрировать свой тип поведения на рынке фитнес-услуг.

### ВВЕДЕНИЕ

Результаты специальных исследований показывают, что поведение потребителей на рынке фитнес-услуг детерминировано множеством факторов, а сами клиенты различаются не только по своим социально-демографическим и психологическим характеристикам, но и поведенческим особенностям: мотивации к занятиям, покупательской способности, выбору предлагаемых услуг, частоте пользования услугой, потребительским предпочтениям при выборе фитнес-клуба и т. д. [1–9].

Деятельность любого коммерческого предприятия требует знания процесса, связанного с доведением продукта или услуги до конечного потребителя, оценки и предсказания развития рыночного спроса. Конечной целью изучения поведения потребителей является удовлетворение их потребностей и стимулирование возникновения новых запросов [10, с. 3]. В связи с этим важным аспектом деятельности любой компании является изучение особенностей поведения ее покупателей.

Поскольку указанные выше различия среди занимающихся фитнесом продуцируют разные потребительские стратегии, то для социологов при решении этой задачи важнее то, что определенные социальные группы демонстрируют тот или иной тип поведения в фитнесе, тем самым стратифицируя общество в сфере потребления фитнес-услуг. В связи с этим задача состоит в выявлении корреляции между социальными характеристиками потребительских моделей фитнеса (например, мотивационной компонентой) и социальной структурой общества (гендерно-возрастным аспектом).

Поведение потребителя обусловлено множеством факторов. Но самым важным из них, который движет людьми при совершении покупок и на который необхо-

димо обращать внимание в первую очередь, является мотивация. Понимание того, почему потребитель идет за той или иной услугой, какие потребности его побудили к этому поступку, позволит не только выстроить правильную стратегию привлечения клиентов, но и объяснить и предсказать поведение потребительских групп.

Так, например, анализ отечественной и зарубежной научной литературы показывает, что причины потребления фитнес-услуг различны. Люди идут в фитнес-клубы с разными целями: для кого-то это образ жизни, кто-то просто стремится провести досуг наиболее плодотворным и полезным образом, для кого-то карта фитнес-клуба – атрибут высокого статуса, но большинство идут в фитнес-клубы, чтобы достичь необходимой формы тела, физических показателей, улучшения состояния здоровья.

Исследование, проведенное Т.С. Лисицкой и С.И. Кушиной среди клиентов и сотрудников фитнес-клубов г. Санкт-Петербурга, показало, что структура мотивации может быть описана шестью факторами: здоровье, внешний вид, психологический фактор, познавательный фактор и социальный [11]. Учитывая эти результаты, можно предположить, что потребители будут демонстрировать следующие модели поведения: потребление для укрепления здоровья, потребление как феномен заботы о своей телесности, гедонистическое, познавательное и досуговое потребление.

Р. Абрамов, И. Болотова выделяют традиционный и нетрадиционный тип мотивации. Люди, которые приходят в фитнес-клуб ради похудения, наращивания мышечной массы, улучшения здоровья, общения и т. д., демонстрируют в рамках их классификации традиционный тип мотивации. Нетрадиционная модель заключается в том, что люди занимаются фитнесом из стремления

к более гармоничным отношениям с собственным телом, развитию выносливости, снятию стресса и т. д. Данная модель, по мнению авторов, является разновидностью инновативной социальной практики [12].

Таким образом, многообразие мотивов, которыми руководствуются потребители при посещении фитнес-клубов, может стать основанием для выстраивания стратегий потребления. Но, учитывая опыт предшествующих исследований, можно полагать, что авторы смогли описать лишь структуру мотивации клиентов, не выявив особенностей поведения различных социальных групп на основе данного критерия.

Учитывая актуальность обозначенной проблемы, в ходе исследования мы выдвинули и проверили гипотезу о том, что различным половозрастным группам будут свойственны разные мотивы, которые позволяют дифференцировать их относительно той или иной стратегии.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РАМКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Алгоритм построения потребительских моделей хорошо описан В.Н. Наумовым. Автор полагает, что поведение потребителя не поддается строгому теоретическому описанию. Результатом его изучения должно стать формирование приближенных к реальности моделей поведения. Модель поведения потребителя, полагает он, является условным сочетанием, во-первых, социальных и психологических характеристик потребителя, таких как пол, возраст, стиль жизни, экономические ресурсы, статус, семейное положение, психологические особенности, а во-вторых, его свойств как потребителя услуги или товара – потребностей и мотивов, предпочтений и опыта покупок. В.Н. Наумов объясняет необходимость процесса моделирования тем, что оно позволяет описывать действия, поступки целых групп, которые имеют похожие стили поведения. Чем строже будет модель поведения потребителей, тем точнее можно предсказывать, как будут вести себя люди в разных ситуациях покупки товара [13].

Моделирование обычно осуществляется в два этапа. Первоначально нужно определить те переменные внешней среды, факторы, влияющие на потребительское решение, а также условия, в которых находится потребитель. А затем следует определить, какие группы потребителей совершают покупки в данных условиях и демонстрируют те или иные модели поведения.

Фитнес-индустрия является неотъемлемым элементом современного общества потребления. Спрос на услуги в сфере фитнеса заметно вырос за последнее десятилетие, однако в нашей стране по сравнению со странами Запада он по-прежнему очень мал. Феномен потребления фитнес-услуг, модели поведения потребителей в этой сфере, а также влияние социальных факторов на основные этапы принятия потребительского решения чрезвычайно слабо изучены в современной отечественной и зарубежной науке. Н. Теодоракису и его коллегам пока единственным удалось выявить некоторые модели поведения потребителей на рынке фитнес-услуг, свойственные определенным социальным группам [14; 15]. В основу моделирования авторами были положены семь основных признаков: индивидуальные характеристики, тип выбранной программы, причины выбора фитнес-клуба, намерения, мотивы, демографи-

ческие характеристики, факторы, влияющие на удовлетворенность. С помощью факторного анализа и последующей сегментации исследователям удалось объединить общие характеристики в поведении клиентов и построить основные модели потребления, выделив четыре группы потребителей.

1. «Sports-savvy consumer» – профессионалы, дословно в переводе на русский язык «спортивно-подкованные» клиенты.

2. «Health oriented consumer» – «здоровье-ориентированные» клиенты.

3. «Athletic consumer» – «клиенты-атлеты», ориентированные на спорт и здоровый образ жизни.

4. «Pressured consumer» – клиенты «под давлением», люди, вынужденные заниматься фитнесом [14].

Между тем исследование потребительских моделей на российском рынке фитнеса остается весьма актуальным. Нельзя экстраполировать данные, полученные в иной социальной среде, на российские условия по многим причинам. Западный фитнес-рынок развивался иначе, чем наш, отечественный, а потому характеристики потребителей и модели их поведения имеют существенную специфику. Западный подход к занятиям фитнесом отличается от отечественного. Судя по данным ряда исследований, у населения западных стран доминируют рациональные мотивы к занятиям фитнесом, связанные с улучшением здоровья, в то время как в России люди чаще занимаются фитнесом ради поддержания своей физической формы с целью самопрезентации. Для большинства западных потребителей занятия в фитнес-клубе являются привычкой и образом жизни, чего нельзя пока говорить об отечественном потребителе [16].

Анализ российской и зарубежной социологической литературы показывает, что современные эмпирические исследования практик фитнеса выросли из разных научных традиций. Поэтому и методология изучения потребительских стратегий должна строиться на основе мультипарадигмального подхода, учитывающего особенности этого социоэкономического явления. Мы полагаем, что потребление фитнес-услуг целесообразно интерпретировать в рамках следующих социологических концепций: теории телесности М. Мосса, концепции тела как потребительского дискурса Ж. Бодриера и З. Баумана, теории репрезентации И. Гофмана, демонстративной теории Т. Веблена, теории референтных групп Р. Мертона, гедонистической теории Э. Хиршмана и М. Холбрука [17]. Теоретическая интерпретация и синтез результатов предыдущих исследований демонстрируют наличие разных мотивов к занятиям фитнесом. Закладывая в основу моделирования данный критерий и соотнося его с той или иной концепцией, представляется возможным выделить следующие стратегии потребительского поведения на рынке фитнес-услуг: демонстративную (статусную), гедонистическую, телесно-оздоровительную и телесно-культивированную, а также социально ориентированную.

### МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2013–2015 гг. нами была проведена серия специальных социологических исследований, цель которых заключалась в изучении моделей поведения потребителей на рынке фитнес-услуг.

Первое исследование носило разведывательный характер (2013, n=100). Его цель состояла в том, чтобы выявить основные мотивы занятий фитнесом для последующей разработки надежного социологического инструментария по измерению мотивации потребления фитнес-услуг. Для сбора эмпирических данных использовался метод очного раздаточного анкетирования клиентов трех фитнес-клубов г. Иваново. Среди опрошенных 70 % составили женщины, 30 % – мужчины).

Второе исследование, аналитическое (n=1160), проводилось в 2014–2015 г. Объектом исследования выступали клиенты фитнес-клубов из самых различных регионов России. В качестве основного метода сбора данных был выбран онлайн-опрос, также был применен опрос клиентов фитнес-клубов Ивановской области с применением анкетирования непосредственно на территории фитнес-клубов данного региона. Цель – выявление мотивационных моделей поведения потребителей фитнес-услуг и факторов, его определяющих. Среди опрошенных клиентов 78,9 % составили женщины, 21,1 % – мужчины. По возрасту респонденты распределились следующим образом: моложе 23 лет – 34,2 %, 24–27 лет – 26,9 %, 28–35 лет – 24,9 %, 36–44 года – 9 %, старше 45 лет – 5,3 %.

С целью классификации респондентов нами был использован метод факторного анализа в программно-аналитическом комплексе SPSS. Факторный анализ используется прежде всего для выявления латентных переменных с целью последующей группировки респондентов (в нашем случае потребителей) и сжатия данных, то есть сокращения числа переменных. Факторами обычно выступают те или иные свойства услуги или поведения потребителей, которые обнаруживаются с помощью вопросов инструментария. В результате из несистематизированного массива данных мы получаем несколько интегральных характеристик, описывающих различные параметры исследуемого объекта, в нашем случае модели поведения [18].

При проведении факторного анализа нами были использованы 20 переменных, характеризующих мотивацию респондентов к занятиям фитнесом. Участникам опроса предлагалось отметить наличие или отсутствие данного мотива. Каждый вариант ответа кодировался как отдельная дихотомическая переменная, при этом 1 – наличие данного мотива, 0 – его отсутствие.

До начала анализа мы проверили пригодность имеющихся в нашем распоряжении опросных данных для построения факторной модели в целом. Первый показатель, тест Кайзер – Мейер – Олкин (КМО), позволяет сделать вывод о том, насколько хорошо построенная факторная модель описывает структуру ответов респондентов на исследуемые нами вопросы и насколько выборка соответствует генеральной совокупности. Результаты данного теста варьируются в интервале от 0 до 1. Факторный анализ может считаться релевантным, если значение теста КМО находится в пределах от 0,5 до 1 [18, с. 131, 132; 19, с. 42]. В построенной нами модели этот показатель оказался равен 0,74, что является хорошим результатом.

Второй показатель, Barlett's Test, проверяет гипотезу о том, что переменные, участвующие в факторном анализе, не скоррелированы между собой. При приемлемом уровне значимости ( $\leq 0,05$ ) факторный анализ счита-

ется пригодным для анализа исследуемой выборочной совокупности [18, с. 131, 132; 19, с. 42]. В нашей модели значимость оказалась  $\leq 0,001$ , что также свидетельствует о применимости нашей факторной модели.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Инструментарий для выявления мотивов посещения людьми фитнес-клубов во втором исследовании был разработан на основе результатов проведенного нами контент-анализа литературных источников по данной проблеме и с учетом распределения ответов респондентов в нашем первом, зондажном исследовании.

В анкету нами был включен вопрос, измеряющий мотивацию занятий фитнесом у клиентов клубов: «С какой целью Вы ходите в фитнес-клуб?». Распределение ответов на данный вопрос представлено в таблице 1.

В результате проведенного факторного анализа нами были выявлены шесть факторов, объясняющих мотивацию клиентов фитнес-клубов и определяющих шесть разных типов мотивации. В целом данные факторы объясняют 60 % общей дисперсии (табл. 2). На основании проведенного интерпретационного (семантического) анализа мы присвоили данным факторам следующие названия:

Фактор 1. «Гедонистическая модель». Данный вид потребления характеризуется тем, что клиенты занимаются фитнесом для улучшения физических показателей и физической формы, а в результате получают не только красивое тело, но и в первую очередь эмоциональное удовлетворение.

Фактор 2. «Демонстративная модель». Занятия фитнесом рассматриваются как атрибут высокого социального статуса. Результат направлен прежде всего на стремление принадлежать к желаемой референтной группе.

Фактор 3. «Эвристическая модель» затрагивает познавательный процесс в ходе занятий.

Фактор 4. «Оздоровительная модель» направлена на улучшение состояния здоровья занимающихся.

Фактор 5. «Спортивно-телесная модель». К данному типу можно отнести клиентов, которые занимаются фитнесом для достижения спортивных результатов и приобретения эстетичных форм тела.

Фактор 6. «Рекреационная модель». Занятия фитнесом ориентированы на удовлетворение потребности в общении, поиск новых знакомых и проведение досуга с друзьями в фитнес-клубе.

Дальнейшая работа с данными, полученными в ходе факторного анализа, позволяет создать новые переменные, используя которые, можно группировать респондентов. Такой подход позволил нам проранжировать и в последующем разделить вновь созданные переменные, обозначающие извлеченные факторы, на четыре квартиля (25-го процентиля) [18, с. 136]. Это дало возможность создать новые переменные с порядковой шкалой, описывающие четыре уровня каждого фактора. Для того чтобы определить различия в приверженности той или иной модели разных гендерных и возрастных групп, нами была проведена процедура кросстабуляционного анализа с применением  $\chi^2$ -критерия.

При анализе были взяты лишь крайние значения каждого фактора, характеризующие наиболее явных приверженцев и противников данной модели. Результаты данного анализа представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 1. Распределение ответов на вопрос «С какой целью Вы ходите в фитнес-клуб?», %

Мотивы посещения	%
Для поддержания хорошей физической формы	85,0
Для общего улучшения физической подготовленности, выносливости	70,0
Для того, чтобы нравиться себе	64,0
Для получения удовольствия, чувства радости на занятиях	63,2
Для улучшения состояния здоровья (опорно-двигательного аппарата, работы сердца, т. д.)	58,2
Для избавления от лишнего веса	53,6
Для снятия напряжения и появления чувства расслабленности	49,7
Для увеличения мышечной массы	32,8
Для достижения большей уверенности в себе, ощущения собственной значимости	31,2
Для профилактики и лечения заболеваний	22,9
Для получения знания о правильном выполнении упражнений, достижения контроля разума над телом	18,6
Для приобретения друзей и расширения круга знакомств	12,4
Для улучшения своих результатов в избранном виде спорта (готовлюсь к соревнованиям, занятия фитнесом являются моей профессиональной деятельностью)	11,1
Для получения знания об уровне физической подготовленности, телосложении	10,5
Для проведения досуга с друзьями	8,6
Для достижения уважения окружающих	5,3
Для умения оперативно адаптироваться к изменениям окружающей среды	4,8
Для того, чтобы следовать моде на здоровый образ жизни	4,6
Для выражения своего статуса в обществе	3,8
Для приобретения возможных партнеров по бизнесу	1,6
Иные ответы	1,0

Таблица 2. Результаты факторизации переменных, описывающих мотивационные модели клиентов фитнес-клубов (с применением процедуры ротации Varimax)

Фактор	Мотивы, вошедшие в фактор	Факторные нагрузки
Фактор 1 Доля общей дисперсии 16,82 %	Физическая подготовка	0,552**
	Физическая форма	0,557**
	Снятие напряжения, отдых	0,576**
	Удовольствие, радость	0,575**
	Нравиться себе	0,538**
Фактор 2 Доля общей дисперсии 10,30 %	Уважение окружающих	0,718*
	Уверенность в себе	0,506**
	Следование моде	0,557**
	Повышение/подтверждение статуса	0,697**
Фактор 3 Доля общей дисперсии 8,96 %	Получение знаний об уровне физической подготовленности	0,751*
	Получение знаний о выполнении упражнений	0,729*
	Адаптация к внешним условиям за счет физической подготовленности	0,400**
Фактор 4 Доля общей дисперсии 8,20 %	Улучшение состояния здоровья	0,637**
	Профилактика заболеваний	0,757*
Фактор 5 Доля общей дисперсии 7,69 %	Снижение веса	-0,693**
	Набор мышечной массы	0,677**
	Улучшение результатов в спорте	0,463**
Фактор 6 Доля общей дисперсии 7,53 %	Расширение круга знакомств	0,711*
	Проведение досуга	0,654**
	Поиск партнеров для бизнеса	0,404**

\* Факторные нагрузки мотивации с высоким значением ( $>0,70$ ).\*\* Факторные нагрузки мотивации со средними значениями ( $>0,40$ , но  $<0,70$ ).

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Применение факторного анализа позволило выявить шесть разных потребительских моделей на рынке фитнес-услуг: гедонистическую, демонстративную, эвристическую, оздоровительную, спортивно-телесную и рекреационную. Исследование показало правомерность существования данных моделей, поскольку выявленные

эмпирические модели хорошо согласуются с теоретическими, описанными в теоретико-методологической части статьи, а также коррелируют с результатами предыдущих исследований.

Фактор является линейной комбинацией исходных переменных. В качестве меры для включения той или иной переменной в фактор служит факторная нагрузка

ка, которая по своей сути схожа с коэффициентами корреляции в корреляционном анализе, т. е. факторная

**Таблица 3.** Гендерная детерминация мотивационных моделей, %

Пол	Наличие модели	Гедонистическая*	Демонстративная*	Эвристическая	Оздоровительная*	Спортивно-телесная*	Рекреационная*
Мужской	Есть	21,3	<b>30,3</b>	27,9	23,8	<b>58,2</b>	<b>27,9</b>
	Нет	30,3	25,4	25,4	27,0	3,7	30,3
Женский	Есть	<b>26,1</b>	23,5	24,2	<b>25,3</b>	15,8	24,2
	Нет	23,3	24,9	25,2	24,4	30,6	23,5

Для  $\chi^2$  при  $p < 0,01$ .

**Таблица 4.** Возрастная детерминация мотивационных моделей, %

Возраст	Наличие модели	Гедонистическая*	Демонстративная*	Эвристическая*	Оздоровительная*	Спортивно-телесная*	Рекреационная*
Моложе 23 лет	Есть	<b>30,8</b>	<b>33,8</b>	<b>32,8</b>	18,2	<b>29,0</b>	<b>28,8</b>
	Нет	22,0	22,0	21,5	31,3	25,5	30,6
24–27 лет	Есть	<b>27,3</b>	21,9	23,2	21,9	<b>28,0</b>	23,8
	Нет	20,6	29,6	29,9	24,4	25,5	24,8
28–35 лет	Есть	20,7	22,1	24,2	<b>28,8</b>	22,8	<b>27,0</b>
	Нет	25,6	25,6	22,5	25,6	24,6	22,8
36–44 года	Есть	16,3	16,3	10,6	<b>36,5</b>	7,7	16,5
	Нет	29,8	25,0	26,9	13,5	26,9	21,2
Старше 45 лет	Есть	11,5	11,5	11,5	<b>47,5</b>	18,0	16,4
	Нет	52,5	18,0	36,1	3,3	18,0	6,6

Для  $\chi^2$  при  $p < 0,01$ .

нагрузка характеризует отношения между фактором и включенной в него переменной [19, с. 8]. Полученные нами коэффициенты факторных нагрузок подтвердили искомую взаимосвязь практически по каждой переменной, характеризующей ту или иную модель. Лишь три фактора имели низкие коэффициенты корреляции с переменными в факторе (адаптация к внешним условиям за счет физической подготовленности; улучшение результатов в спорте; поиск партнеров для бизнеса), но и они могут быть включены в модель, поскольку коэффициент нагрузки находился в диапазоне от 0,4, до 0,5.

Анализ полученных данных подтверждает выдвинутую ранее гипотезу о гендерно-возрастной специфике моделей потребления фитнеса. Сравнение крайних квартильных значений по критерию  $\chi^2$  дает основание утверждать о существовании различий между мужчинами и женщинами по всем мотивационным моделям, за исключением эвристической.

Применение факторного анализа позволяет выявить специфику мотивации в различных возрастных группах. Причем различия по каждой модели являются статически значимыми. Результаты кросстабуляционного анализа свидетельствуют о доминировании гедонистической и спортивной моделей поведения в молодежных когортах.

С увеличением возраста доля приверженцев этих моделей снижается. Обратная связь наблюдается по оздоровительной модели, где доля демонстрирующих мотивацию, связанную с укреплением здоровья, увеличивается с возрастом. Чаще других мотивированы самоотнесением к референтной группе и познавательными ценностями в процессе занятий фитнесом люди моложе 23 лет. Модель, связанная с общением и проведе-

нием досуга, более выражена среди представителей этой же, самой молодой, группы и возрастной категории 28–35-летних.

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что женщины более привержены гедонистической и оздоровительной моделям в потреблении фитнеса, в то время как мужчины в большей мере ориентированы на демонстративную, рекреационную и спортивную модели. Таким образом, еще раз подтверждается гипотеза о существовании выраженной гендерной специфики в потребительских моделях: эмоциональность потребления характерна для женщин, а прагматизм – для мужчин [20].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод факторного анализа позволил не просто обобщить и классифицировать эмпирические данные по вопросу мотивации клиентов, но и выявить типологию клиентов, демонстрирующих определенные стратегии поведения на рынке фитнес-услуг. Расчет факторных нагрузок по мотивационному критерию позволил выделить шесть типов потребительских стратегий: гедонистический, демонстративный, эвристический, оздоровительный, спортивно-телесный и рекреационный.

Данный метод продемонстрировал высокие показатели достоверности результатов за счет высоких полученных коэффициентов. Валидность полученных результатов подтверждается также тем, что и с содержательной точки зрения полученные факторы не противоречат имеющимся в науке выводам и адекватно отражают выявленные нами ранее теоретические модели.

На основе статистически значимых показателей кросстабуляционного анализа доказана возрастная и ген-

дерная специфика потребительских практик. Причем полученные результаты, характеризующие социально-демографические различия, подтверждаются данными наших прежних исследований, а также исследований в области потребительского поведения [20].

Несмотря на положительный опыт применения факторного анализа, нельзя не отметить его ограничений, создающих возможности и перспективу дальнейших исследований. Во-первых, достоверность полученных моделей необходимо подтвердить применением других статических методов анализа. Во-вторых, полученные факторы мотивации клиентов только на 60 % объясняют найденные и описанные стратегии поведения клиентов, о чем свидетельствует полученный нами показатель дисперсии. Это значит, что остальные 40 % дисперсии потребительских моделей объясняются какими-то другими, еще не найденными и не объясненными факторами. Это в свою очередь является детерминантой к проведению новых исследований для изучения мотивации к занятиям фитнесом.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бартечева Н.Е. Социальные функции фитнеса: опыт эмпирического исследования // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2016. № 1. С. 67–72.
- Бартечева Н.Е., Мягков А.Ю. Социокультурная детерминация поведения потребителей в сфере фитнеса // Известия Высших учебных заведений. Серия: Гуманитарные науки. 2015. № 3. С. 172–177.
- Ефремова М.В., Чкалова О.В., Бошман Т.К. Анализ российского рынка фитнес-услуг // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 21. С. 25–37.
- Малышев А.А., Инюшева Ю.Н. Анализ рынка фитнес-услуг и тенденции его развития в России и Пензенской области // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. 2014. № 3. С. 179–188.
- Андрианова Т.А., Коркодинова Н.А. Маркетинговое исследование потребителей спортивно-оздоровительных услуг г. Перми // Актуальные вопросы современной науки. 2011. № 18. С. 111–118.
- Уколова И.В. Социологические аспекты фитнес-движения в России // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. 2009. № 3. С. 251–261.
- Alam J., Hossain A. Motivations behind attending fitness clubs in Bangladesh: A survey study on clubs' members in Sylhet // European Journal of Business and Management. 2012. Vol. 4. № 2. P. 120–137.
- Wang B., Wu C., Quan W. Changes in Consumers Behavior at Fitness Clubs among Chinese Urban Residents – Dalian as an Example // Asian Social Science. 2008. Vol. 10. № 4. P. 106–110.
- Zhang W., Li Y. A study on consumer behavior of commercial health and fitness club – a case of consumers in Liverpool // American journal of industrial and business management. 2014. № 4. P. 58–69.
- Ведров Е.С., Петухов Д.В., Алексеев А.Н. Маркетинговые исследования. М.: МИЭМП, 2010. 242 с.
- Лисицкая Т.С., Кувшинова С.И. Социологический анализ доминирующих мотиваций занимающихся в фитнес-клубах // Теория и практика физической культуры. 2004. № 2. С. 37–40.
- Абрамов Р., Болотова И. Инновативные социальные практики повседневности и потребления в контексте новой культуры заботы о себе: на примере московских фитнес-клубов // Вестник Омского университета. Серия: Социология. 2008. № 1-2. С. 37–61.
- Наумов В.Н. Модели поведения потребителей в маркетинговых системах. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2009. 240 с.
- Afthinos Y., Theodorakis N.D., Nassis P. Consumer behavior in fitness centers: a typology of customers. URL: [marketing.conferenceservices.net/resources/327/2342/-pdf/AM2011\\_0225.pdf](http://marketing.conferenceservices.net/resources/327/2342/-pdf/AM2011_0225.pdf).
- Afthinos Y., Theodorakis N.D., Nassis P. Customers' expectations of services in Greek fitness centers. Gender, age, type of sport center, and motivation differences // Managing Service Quality. 2005. Vol. 3. № 15. P. 245–258.
- Беставишвили Т.Г. Разумный фитнес. Книга руководителя. СПб.: Нестор-История, 2011. 530 с.
- Бартечева Н.Е. Объяснительные модели потребления фитнес-услуг в теоретическом дискурсе современной социологии // Вестник экономики, права и социологии. 2016. № 1. С. 230–236.
- Таганов Д. SPSS: Статистический анализ в маркетинговых исследованиях. СПб.: Питер, 2005. 192 с.
- Воронов В.В., Гришин А.А., Краско В.Д. Факторный анализ потребительских настроений в экономике. Изд. 2-е. Даугавпилс: Saule, 2014. 102 с.
- Бартечева Н.Е. Гендерные особенности поведения потребителей на рынке фитнес-услуг: опыт эмпирического исследования // Научные дискуссии. 2015. Т. 4. С. 39–43.

### REFERENCES

- Barteneva N.E. Social functions of fitness: experience of empirical study. *Vektor nauki Tolyattinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, no. 1, pp. 67–72.
- Barteneva N.E., Myagkov A.Yu. Socio-cultural determination of consumers behavior in the field of fitness. *Izvestiya Vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya Gumanitarnye nauki*, 2015, no. 3, pp. 172–177.
- Efremova M.V., Chkalova O.V., Boshman T.K. Analysis of the Russian market of fitness services. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika*, 2015, no. 21, pp. 25–37.
- Malyshev A.A., Inyusheva Yu.N. Market analysis of fitness-services and trends of its development in Russia and Penza region. *Izvestiya Vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Obshchestvennye nauki*, 2014, no. 3, pp. 179–188.
- Andrianova T.A., Korkodinova N.A. Marketing research of consumers of sports and fitness services in Perm city. *Aktualnye voprosy sovremennoy nauki*, 2011, no. 18, pp. 111–118.
- Ukolova I.V. Sociological aspects of fitness-movement in Russia. *Vestnik Volzhskogo universiteta im. V.N. Tatishcheva*, 2009, no. 3, pp. 251–261.
- Alam J., Hossain A. Motivations behind attending fitness clubs in Bangladesh: A survey study on clubs' members in Sylhet. *European Journal of Business and Management*, 2012, vol. 4, no. 2, pp. 120–137.
- Wang B., Wu C., Quan W. Changes in Consumers Behavior at Fitness Clubs among Chinese Urban Residents –

- Dalian as an Example. *Asian Social Science*, 2008, vol. 10, no. 4, pp. 106–110.
9. Zhang W., Li Y. A study on consumer behavior of commercial health and fitness club – a case of consumers in Liverpool. *American journal of industrial and business management*, 2014, no. 4, pp. 58–69.
  10. Vedrov E.S., Petukhov D.V., Alekseev A.N. *Marketingovye issledovaniya* [Marketing research]. Moscow, MIEMP Publ., 2010. 242 p.
  11. Lisitskaya T.S., Kuvshinova S.I. Sociological analysis of dominating motivations of the people attending fitness-clubs. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury*, 2004, no. 2, pp. 37–40.
  12. Abramov R., Bolotova I. Innovative social practices of everyday life and consumption within the new culture of self-care (on the example of Moscow fitness-clubs). *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya Sotsiologiya*, 2008, no. 1-2, pp. 37–61.
  13. Naumov V.N. *Modeli povedeniya potrebitel'ev v marketingovykh sistemakh* [Consumers' behaviour models of in marketing systems]. St. Petersburg, SPbGUEF Publ., 2009. 240 p.
  14. Afthinos Y., Theodorakis N.D., Nassis P. Consumer behavior in fitness centers: a typology of customers. URL: [marketing.conferenceservices.net/resources/327/2342/-pdf/AM2011\\_0225.pdf](http://marketing.conferenceservices.net/resources/327/2342/-pdf/AM2011_0225.pdf).
  15. Afthinos Y., Theodorakis N.D., Nassis P. Customers' expectations of services in Greek fitness centers. Gender, age, type of sport center, and motivation differences. *Managing Service Quality*, 2005, vol. 3, no. 15, pp. 245–258.
  16. Bestavishvili T.G. *Razumny fitnes. Kniga rukovoditelya* [Reasonable fitness. Leader's book]. St. Petersburg, Nestor-Istoriya Publ., 2011. 530 p.
  17. Barteneva N.E. Explanatory models of fitness-services consumption in theoretical discourse of social sociology. *Vestnik ekonomiki, prava i sotsiologii*, 2016, no. 1, pp. 230–236.
  18. Taganov D. *SPSS: Statisticheskiy analiz v marketingovykh issledovaniyakh* [SPSS: Statistical analysis in marketing research]. St. Petersburg, Piter Publ., 2005. 192 p.
  19. Voronov V.V., Grishin A.A., Krasko V.D. *Faktornyy analiz potrebitelskikh nastroyeniy v ekonomike* [Factor analysis of consumer's attitudes in economy]. 2nd ed. Daugavpils, Saule Publ., 2014. 102 p.
  20. Barteneva N.E. Gender peculiarities of consumers' behaviour on the fitness-service market: experience of empirical research. *Nauchnye diskussii*, 2015, vol. 4, pp. 39–43.

#### **MODELING BEHAVIOUR OF FITNESS-SERVICES CONSUMERS: EXPERIENCE OF FACTOR ANALYSIS APPLICATION**

© 2016

*N.E. Barteneva*, postgraduate student of Chair “Public Relations and Mass Media”  
*Lenin Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo (Russia)*

*Keywords:* models of fitness-services consumption; consumption (customer) of fitness; motives for consumption of fitness-services; factor analysis.

*Abstract:* The paper considers the opportunities for application of one of the multivariate statistics methods – factor analysis in studying motivation behaviour of fitness-services consumption. The author proves the importance of modeling consumers' behaviour on the fitness-services market. Particular attention is paid to the construction of models based on the motivation criterion. The author describes in detail the methodology and research methods of fitness services consumer motivation, and shows the results of the analytical study based on which the factor analysis was held and motivational patterns of fitness services consumption were built. Online survey of fitness clubs clients from different regions of Russia was used as a method of data collection in the main study, as well as inquiry of the customers immediately at the fitness clubs of the Ivanovo region. About 1160 respondents were interviewed in total. The hypothesis of the study is that different sex and age groups will be characterized by a certain strategies of behavior in terms of the motivation for fitness activities. The application of factor analysis has revealed six types of behavior: hedonistic, demonstrative, heuristic, health-improving, sports and physical, and recreational. Empirical data obtained through the study confirm the original hypothesis. Cross-tables analysis shows statistically significant differences in all social groups against all models, except for heuristic. The findings of the survey data prove that the behavior of consumers in the fitness market is determined by different motivation strategies, and certain social groups tend to show their own pattern of behavior in the fitness services market.

## ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ ТЕРМИНООБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ БЕЗОПАСНОСТИ (НА МАТЕРИАЛЕ АНГЛИЙСКОГО И ФРАНЦУЗСКОГО ЯЗЫКОВ)

© 2016

*М.К. Борисова*, аспирант кафедры «Западноевропейские языки и культуры»  
Пятигорский государственный лингвистический университет, Пятигорск (Россия)

*Ключевые слова:* терминосистема сферы безопасности; модели терминологического образования; аффиксация; словосложение; аббревиация.

*Аннотация:* Терминосистема сферы безопасности представляет собой интересный объект для лингвистического исследования, так как характеризуется наличием ряда тематических областей и определенной спецификой образования составляющих ее терминологических единиц. В статье рассматриваются основные модели терминологического образования в сфере международной безопасности на материале языков германской и романской групп – английского и французского. Подробно исследуются морфологические, морфолого-синтаксические и синтаксические способы образования терминов с выделением конкретных словообразовательных моделей и приведением по ним статистических данных. В результате анализа терминов международной безопасности современных английского и французского языков автор приходит к выводу о том, что в исследуемой терминосистеме используется целый спектр моделей терминологического образования, при этом основная их масса является традиционно используемой в английской и французской специальной лексике. Наиболее частотными моделями образования терминов в обоих языках являются аффиксация (префиксация, суффиксация, приставочно-суффиксальный способ), словосложение и аббревиация. Доказано, что помимо классического морфологического способа образования терминологических единиц наиболее частотно реализуемой моделью терминологического образования является аббревиация, которая представлена значительным количеством терминов в обоих анализируемых языках. Отмечается тот факт, что при заимствовании во французский язык некоторые англоязычные аббревируемые термины сохраняют свою форму, в которой они изначально существовали в английском языке. При этом полнотерминовый термин не аббревируется, а строится по правилам французского языка. Утверждается, что проанализированные в статье морфологический, морфолого-синтаксический и синтаксический способы образования терминологических единиц имеют неразрывную связь друг с другом.

Целью настоящей статьи является рассмотрение моделей терминологического образования на примере английской и французской терминосистем сферы безопасности. Как показывает общий анализ выборки терминов заявленной сферы, в исследуемой терминосистеме используется целый спектр моделей терминологического образования, основные из которых укладываются в традиционные рамки деривационных моделей, используемых в английской и французской профессиональной лексике. Вместе с тем терминосистема безопасности, характеризующаяся наличием целого ряда тематических областей, маркирована и определенной спецификой терминологического образования, наличие которой и позволяет говорить о том, что закономерности терминологического образования составляют индивидуальную характеристику данного лексического пласта [1–13].

Свое исследование мы начнем с морфологического способа [14] и рассмотрим его на англоязычном материале. Анализ начнем с первой тематической группы, которую мы именуем «международная безопасность». Мы считаем, что одним из основных морфологических способов образования новой лексики в современном английском языке является аффиксация, которая включает суффиксальный, префиксальный и префиксально-суффиксальный способы терминологического образования. В исследуемой терминосистеме достаточно обширно представлена суффиксация. Отмечаем, что наиболее частотными являются суффиксы *-ion/-ation*, суффикс *-al*, суффикс *-ly*, суффикс *-ment*:

*Суффиксы -ion/-ation:*

*V+ion:* *distribution* – разделение, *operation* – процесс, *question* – вопрос;

*Adj+ion:* *resolution* – решение (резолюция);

*V+ation:* *configuration* – конфигурация (*Verb=>configure*), *consultation* – консультация.

*Суффикс -al:*

*N+al:* *credential* – верительный, *political* – политический;

*N+al:* *procedural* – процедурный, *official* – официальный, *provisional* – предварительный.

*Суффикс -ly:*

*N+ly:* *monthly* – ежемесячный;

*V+ly:* *Assembly* – ассамблея.

*Суффикс -ment:*

*V+ment:* *department* – департамент, *statement* – заявление, *assessment* – оценка.

Среди менее частотных суффиксов можно назвать следующие: *-er* (3 лексические единицы (ЛЕ)), *-ing* (2 ЛЕ), *-ty* (1 ЛЕ), *-ed* (1 ЛЕ). Несмотря на низкую частотность, мы выделяем основные модели терминологического образования с данными суффиксами:

*V+er:* *briefer* – пресс-секретарь, *speaker* – спикер, *observer* – наблюдатель;

*V+ing:* *meeting* – собрание, *working* – действующий;

*V+ty:* *security* – безопасность (*Verb=>secure*);

*V+ed:* *elected* – избираемый.

В анализируемой терминологической области представлен такой способ терминологического образования, как словосложение: *secretary-general* – генеральный секретарь, *peacebuilding* – миростроительство – последний термин, по нашему мнению, является не просто сложным, а сложнопроизводным.

Термины-префиксаты в исследуемой выборке довольно немногочисленны и строятся, как правило, на

основе отрицательного префикса *non-*: *non-members* – государства, не являющиеся членами.

Стоит сказать еще об одной словообразовательной модели, представленной в данной терминологии – об аббревиации. Рассмотрим аббревируемые термины отдельно. В анализируемой терминологии представлены только аббревиации (3 ЛЕ): *UNDP* – *United Nations Development Programme* – программа развития Организации Объединенных Наций (ПРООН), *IWG* – *Informal Working Group* – неофициальная рабочая группа. Отдельно отметим, что нами выявлены случаи, когда аббревиация полноструктурной терминологической единицы сопровождается пермутацией буквенных компонентов получаемой аббревиатуры: *PRST* – *Statements by the President of the Security Council* – Заявления Председателя Совета Безопасности («PRST») [15].

В рамках синтаксического способа [14] в анализируемой терминологии мы обнаружили 4 термина: *non-state actors* – негосударственный субъект, *country-specific structure* – страновая структура, *police-contributing countries* – страны, предоставляющие полицейские контингенты, *troop-contributing countries* – предоставляющие войска страны.

Говоря о еще одной модели образования терминов, необходимо отметить морфолого-синтаксическую модель [14]. Примечательно, что в данной модели мы обнаружили использование частично десемантизированных формантов и образование словосочетаний: *spokesperson* – пресс-секретарь, *peacekeeping missions* – миссии по поддержанию мира, *peacekeeping operations* – операции по поддержанию мира.

Таким образом, в рассматриваемой терминологии преобладает суффиксальный способ образования слов.

Перейдем к анализу второй терминологии на материале английского языка – «ядерная безопасность». Наиболее частотными, как и в предыдущей терминологии, являются: суффиксы *-ion/-ation* (8 ЛЕ), суффикс *-er* (4 ЛЕ), суффикс *-al* (3 ЛЕ), суффикс *-ty* (2 ЛЕ), суффикс *-ed* (3 ЛЕ), небольшое количество терминов образовано с помощью других суффиксов: *-ing* (1 ЛЕ), *-ment* (2 ЛЕ).

Суффиксы *-ion/-ation*:

**V+ion**: *protection* – защита, *operation* – процесс, *projection* – выброс, *inspection* – осмотр, *validation* – утверждение, *radiation* – излучение;

**V+ation**: *minimization* – минимизация, *immobilization* – остановка.

Суффикс *-er*:

**V+er**: *consumer* – потребитель;

**N+er**: *buffer* – буфер, *worker* – рабочий, *supplier* – поставщик.

Суффикс *-al*:

**V+al**: *approval* – утверждение;

**N+al**: *critical* – критический;

**Adj+al**: *potential* – мощь.

Суффикс *-ty*:

**Adj+ty**: *safety* – безопасность, *facility* – способность.

Суффикс *-ed*:

**V+ed**: *committed* – обязательный, *assisted* – принудительный, *absorbed* – поглощенный.

Суффикс *-ing*:

**V+ing**: *monitoring* – контроль.

Суффикс *-ment*:

**V+ment**: *confinement* – ограничение, *assessment* – оценка.

Префиксальный способ образования представлен в анализируемой терминологии следующими терминами: *intake* – поглощение, *overpack* – транспортный пакет, *geosphere* – геосфера, *biosphere* – биосфера.

Префиксально-суффиксальный способ образования представлен двумя терминами:

**en+N+ment**: *enforcement* – обеспечение;

**en+Adj+ed**: *enriched* – обогащенный.

В рамках морфолого-синтаксического терминообразования следует подробно рассмотреть словосложение и аббревиацию. Такой способ, как словосложение, представлен следующим термином: *shutdown (reactivity)* – реактивность остановленного ядерного реактора.

Аббревиация представлена шире, чем в предыдущей терминологии (5 ЛЕ). Так, например: *INES* – *International Nuclear Event Scale* – Международная шкала ядерных событий (ИНЕС); *MSA* – *minimum significant activity* – минимальная значимая активность (МЗА); *MDA* – *minimum detectable activity* – минимальная обнаруживаемая активность (МОА); *PIE* – *postulated initiating event* – постулируемое исходное событие (ПИС).

Отмечаем, что в этой терминологии есть и нестандартный пример аббревиации: *UPZ* – *urgent protective action planning zone* – зона планирования срочных защитных мер (ЗПСМ). Как видим, в аббревируемом термине пропущены два знаменательных термина-элемента из полноструктурного варианта: «*action*» и «*planning*», вследствие чего можно говорить о том, что аббревиация в анализируемой терминологии может протекать с элизией определенных компонентов полноструктурного термина [16].

Синтаксический способ терминодеривации представлен двумя терминами: *biological half-life* – биологический период полувыведения; *effective half-life* – эффективный период полураспада.

Выполнив анализ терминологии «ядерная безопасность», мы отмечаем, что самым продуктивным способом образования английских терминов является аффиксация, также как и в первой терминологии.

Третьей анализируемой терминологией на материале английского языка является «информационная безопасность». Эта область включает в себя значительное количество терминологических единиц. Анализ вновь начнем с морфологической модели образования. Самыми частотными суффиксами являются суффиксы *-ion/-ation* (6 ЛЕ), *-ty* (4 ЛЕ), а менее частотными: суффикс *-er* (1 ЛЕ), суффикс *-ing* (1 ЛЕ), суффикс *-ment* (2 ЛЕ), суффикс *-ed* (2 ЛЕ):

Суффиксы *-ion/-ation*:

**V+ion**: *allocation* – расположение, *authentication* – установление подлинности, *activation* – активация, *certification* – сертифицирование (подтверждение), *identification* – опознавание (идентификация);

**V+ation**: *accreditation* – сертификация.

Суффикс *-ty*:

**V+ity**: *security* – безопасность;

**Adj+ity**: *authenticity* – подлинность, *confidentiality* – конфиденциальность, *criticality* – критичность.

Суффикс *-er*:

**V+er**: *hacker* – хакер (от глаг. *hack*).

Суффикс *-ing*:

**V+ing**: *tampering* – злонамеренное изменение.

Суффикс *-ment*:

**V+ment**: *assessment* – установление, *entrapment* – ловушка.

Суффикс *-ed*:

**V+ed**: *approved* – испытанный, *authorized* – авторизованный.

По приставочной модели образовано 5 терминов:

**en+N/V**: *encipher* – зашифровать (*Verb and Noun => cipher*), *encode* – шифровать (*Noun=>code*), *encrypt* – зашифровывать (*Noun=>crypt*), *encryption* (*Noun=>ryption*) – шифрование;

**de+N/V**: *decipher* – декодировать (*Verb and Noun => cipher*).

По приставочно-суффиксальной модели образован 1 термин:

**en+N+ment**: *entrapment* – ловушка.

Словосложение в данной терминологии представлено большим количеством терминов (8 ЛЕ): *blacklist* – черный список, *cardholder* – владелец кредитной карточки, *checksum* – контрольная сумма, *cyphertext* – зашифрованный текст, *countermeasure* – противодействие, *coverage* – зона действия, *cybersecurity* – компьютерная безопасность, *cyberspace* – киберпространство (интернет). Отмечаем, что все приведенные выше термины являются однословными, а один термин осложнен суффиксацией: *cardholder* – владелец кредитной карточки. Таким образом, можно констатировать, что выявленные нами в предыдущих терминологиях механизмы деривации сохраняют свою специфику и примерную дистрибуцию по частотности использования и в более крупных тематических областях исследуемой сферы.

Синтаксический способ [14] представлен 4 терминами: *antispyware software* – антишпионское программное обеспечение, *antivirus software* – противовирусные (антивирусные) программные средства, *multifactor authentication* – многофакторная аутентификация. Один термин является явно эллиптизированным: *multilevel device* – прибор многоуровневой системы безопасности. Тем не менее эллиптизация многокомпонентных лексических единиц не является частотным механизмом деривации для данной терминосистемы.

В рассматриваемой тематической области аббревиация также представлена широко (8 ЛЕ): *ACL* – *Access Control List* – контрольный список доступа (список лиц с полномочиями на доступ), *AES* – *Advanced Encryption Standard* – расширенный стандарт шифрования, *AKP* – *Advanced Key Processor* – расширенный ключ процессора, *AS* – *Autonomous System* – независимая система, *CSN* – *Central Services Node* – центральный узел служб, *DEA* – *Data Encryption Algorithm* – алгоритм шифрования данных, *KDC* – *Key Distribution Center* – центр распределения (криптографических) ключей. Как видим, и в данной тематической группе аббревиация протекает по стандартному механизму образования инициальных аббревиатур. Примером нестандартной аббревиации, по нашему мнению, является термин *COMSEC* – *Communications Security* – конфиденциальность связи, так как он состоит из первых трех букв каждого слова [17].

Далее свое исследование терминов безопасности мы продолжим на материале французского языка, в рамках

которого мы также рассмотрим основные способы образования терминов изучаемой сферы: аффиксацию, словосложение, аббревиацию.

Первой анализируемой терминологией является «международная безопасность». Суффиксальный способ терминообразования представлен 5 терминами. Самыми частотными суффиксами являются суффиксы *-tion/-ation* (4 ЛЕ), а менее частотным суффикс *-té* (1 ЛЕ):

Суффикс *-tion*:

**V+tion**: *sanction* – санкция;

**Adj+tion**: *résolution* – резолюция.

Суффикс *-ation*:

**V+ation**: *déclaration* – декларация (от глагола *déclarer*), *consultation* – консультация.

Суффикс *-té*:

**N+(i)té**: *sécurité* – безопасность.

По префиксальной модели образован 1 термин: *non-membres* – государства, не являющиеся членами (Совета Безопасности ООН). Напомним, что такой же термин был образован посредством суффиксации и в англоязычной выборке по данной терминологии. Таким образом, прослеживается определенная корреляция в способах терминодеривации в сфере безопасности как на англоязычном, так и на франкоязычном материале.

Синтаксический способ образования представлен такими терминами, как *procès-verbal de séance* – стенографический отчет (о результатах переговоров).

Выполнив анализ данной терминологии на материале французского языка, мы отмечаем, что самым частотным способом терминообразования является аффиксация, модель словосложения практически отсутствует, в отличие от английского языка.

Аббревиация представлена только 2 терминами, образованными по модели инициальных аббревиатур: *PRST* – *Déclarations du Président du Conseil de sécurité* – Заявления Председателя Совета безопасности, *l'ONU* – *l'Organisation des Nations Unies* – Организация Объединенных Наций.

Перейдем к анализу второй терминологии на материале французского языка – «ядерная безопасность». Аффиксальный способ в данном случае представлен терминами наиболее полно. Отмечаем, что наиболее частотными являются суффиксы *-ion/-ation* (8 ЛЕ), *-(i)té* (1 ЛЕ) и *-ment* (4 ЛЕ):

Суффикс *-tion*:

**N+tion**: *gestion* – управление;

**Adj+tion**: *séparation* – отделение.

Суффикс *-ation*:

**V+ation**: *utilisation* – утилизация, *réparation* – восстановление;

**Adj+ation**: *concentration* – концентрация, *contamination* – заражение, *évacuation* – эвакуация, *transformation* – трансформация.

Суффикс *-(i)té*:

**Adj+té**: *radioactivité* – радиоактивность.

Суффикс *-ment*:

**V+ment**: *enregistrement* – запись, *arrangement* – размещение, *fonctionnement* – деятельность;

**N+ment**: *équipement* – экипировка.

По префиксальной модели образованы 2 термина: *dégradation* – расщепление, *réactiv(i)té* – реакционная способность.

В анализируемой терминологической области представлены также частично десемантизированные префиксы (9 ЛЕ): *biosphère* – биосфера, *autoévaluation* – самооценка, *géosphère* – геосфера, *immobilisation* – иммобилизация, *incorporation* – присоединение, *présélection* – предварительный отбор, *réhabilitation* – реабилитация (восстановление), *remédiation* – восстановление, *relogement* – переселение.

Синтаксический способ (4 ЛЕ): *contre-mesure agricole* – контрмеры сельского хозяйства (сельскохозяйственная контрмера), *analyse coûts-avantages* – анализ «затраты-выгоды», *indice de sûreté-criticité* – индекс безопасности по критичности, *barrière anti-intrusion* – барьер для предотвращения несанкционированного проникновения.

Словосложение (2 ЛЕ): *dose-vie* – доза жизни, в данном термине отсутствует предлог *de* (элизия предлога), *aéronef-cargo* – воздушное судно (грузовое воздушное судно).

В этой тематической области аббревиация присутствует (3 ЛЕ). Так, например: *AMD* – *activité minimale détectable* – *minimum detectable activity (MDA)* – минимальная обнаруживаемая активность (МОА), *AMS* – *activité minimale significative* – *minimum significant activity (MSA)* – минимальная значимая активность (МЗА), *EIP* – *événement initiateur postulé* – *postulated initiating event (PIE)* – постулируемое исходное событие (ПИС) [18].

Отмечаем, что во французском языке некоторые аббревируемые термины сохраняются в том виде, в котором они изначально существовали в английском языке. При этом полноструктурный термин строится по правилам французского языка, но не аббревируется. Данная тенденция показывает путь заимствования сокращенных терминологических единиц во французский язык из английского. Так, например, *ALARA* – *aussi bas que raisonnablement possible* – *as low as reasonably achievable (ALARA)* – принцип ALARA (на разумно достижимом низком уровне), *INES* – *Échelle Internationale des événements nucléaires* – *International Nuclear Event Scale (INES)* – Международная шкала ядерных событий (ИНЕС) [18]. Заметим, что в этих терминах сохранена английская первоначальная аббревиация термина, французский термин построен согласно французскому языку.

Итак, в данной терминологической области представлены основные модели терминологического образования. На наш взгляд, преобладают аффиксация и аббревиация.

Третьей анализируемой терминологической областью на материале французского языка является «информационная безопасность», включающая значительный по объему корпус терминов. Свой анализ, как и в предыдущих терминологических областях, мы начнем с морфологической модели образования. Самыми частотными являются суффиксы *-ing* (5 ЛЕ) и *-er* (5 ЛЕ), не свойственные французскому языку, а присущие английской лексике, а также суффикс *-ment* (4 ЛЕ). Данный факт свидетельствует в пользу того, что значительный массив терминологических единиц анализируемой терминологической области заимствован из английского языка. Менее частотны суффиксы *-tion* (2 ЛЕ) и *-té* (2 ЛЕ):

Суффикс *-tion*:

*V+tion*: *injection* – введение, *pénétration* – вторжение.

Суффикс *-té*:

*N+té*: *sécurité* – безопасность; *Adj+té*: *intégrité* – целостность.

Суффикс *-ment*:

*V+ment*: *assessment* (от английского *assess* – оценивать) – оценка, *enregistrement* – запись, *fonctionnement* – деятельность;

*N+ment*: *chiffrement* – шифровка;

*Adj+ment*: *débordement* – переполнение.

Суффикс *-er*:

*V+er*: *hacker* – хакер (от английского глаг. *hack*), *prowler* (от английского глаг. *prowl*) – мошенник, *cracker* – крекер, *sneaker* (от английского глаг. *sneak*) – взломщик компьютерных сетей;

*N+er*: *router* – доставлять (от английского слова *router* – маршрутизатор).

Суффикс *-ing*:

*V+ing*: *cracking* (от английского сущ. *crack*) – взламывание (вскрытие), *hacking* (от английского сущ. и глаг. *hack*) – хакерство, *smurfing* (от английского глаг. *smurf* – отмывать) – смерфинг, смерф-атака (вид сетевого терроризма);

*N+ing*: *spoofing* (от английского сущ. *spoof* – несанкционированный ввод информации) – обман, намеренное искажение информации, *mimicking* (от английского сущ. *mimic* – имитатор либо от глаг. *подделывать*).

Особое внимание стоит уделить тому факту, что в данной терминологической области очень много ассимилированной заимствованной лексики из английского языка (9 ЛЕ), например: *déchiffrer* – расшифровать, *cryptanalyse* – криптоанализ, *cryptographie* – криптография, *antivirus* – антивирус, *backdoor* – секретный, *firewall* – межсетевой экран, *honeypot* – приманка, *shellcode* – шеллкод, *cyberspace* – киберпространство.

В данной тематической области аббревиация также присутствует в большом количестве. Отметим, что здесь представлены не только аббревируемые термины в чистом виде (3 ЛЕ), но и акронимы (6 ЛЕ). Так, например, *IDS* – *Intrusion Detection System* – система обнаружения вторжений, *PKI* – *pour «Public Key Infrastructure»* – инфраструктура открытых ключей, *POC* – *proof of concept* – термин-аналог в русском языке отсутствует [19; 20].

Акронимы представлены следующими терминами и являются английскими заимствованиями: *Un CERT* – *Computer Emergency Response Team* – служба реагирования на компьютерные инциденты, *DDoS-Déni de service distribué* – отказ в обслуживании, *IDEA* – *International Data Encryption Algorithm* – международный алгоритм шифрования данных, *COAST* – *Computer Operations, Audit, and Security Technology* – термин-аналог в русском языке отсутствует, *DARPA* – *Defense Advanced Research Projects Agency* – Управление перспективных оборонных исследований, *IDIOT* – *Intrusion Detection In Our Time* – Обнаружение вторжений [19; 20].

Тенденция к сохранению английского варианта термина во французском языке нами была обнаружена и в этой тематической области. По нашему мнению, это явление связано с тем, что компьютерная терминология изначально возникла и развивалась именно в английском языке и является международной.

Проведя анализ терминов международной безопасности, мы отмечаем, что самой частотной моделью образования терминов и в английском, и во французском языках являются аффиксация (суффиксация, префиксация, приставочно-суффиксальный способ), словосложение и аббревиация. Помимо классического морфологического способа образования наиболее частотно реализуемой моделью терминологического образования является аббревиация, которая представлена большим количеством терминов в двух анализируемых языках. Рассмотренные нами морфологический и синтаксический способы образования неразрывно связаны друг с другом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимуратов О.А. Значение, смысл, концепт и интенциональность: система корреляций // Язык. Текст. Дискурс. 2005. № 3. С. 43–56.
2. Алимуратов О.А. Кластерная теория референции и семантика имен: краткие заметки на полях // Филология и человек. 2008. № 1. С. 42–50.
3. Алимуратов О.А. Функциональная природа лексического значения // Вестник Пятигорского государственного лингвистического университета. 2004. № 4. С. 77–82.
4. Алимуратов О.А., Гусева М.А. Структурная и признаковая модели концепта BEAUTY (КРАСОТА), объективируемого в современном англоязычном женском дискурсе // Вопросы когнитивной лингвистики. 2010. № 3. С. 12–19.
5. Алимуратов О.А., Лату М.Н. Динамические процессы в терминологических системах (на материале современных англоязычных терминосистем) // Актуальные проблемы филологии и педагогической лингвистики. 2012. № 14. С. 250–259.
6. Алимуратов О.А., Реунова О.И. О сущности процесса референции // Вестник Пятигорского государственного лингвистического университета. 2006. № 1. С. 79–89.
7. Алимуратов О.А., Чурсин О.В. Когнитивно-фреймовый подход к функционально-семантической характеристике современной английской музыкальной лексики // В мире научных открытий. 2009. № 3-1. С. 21–28.
8. Борисова М.К. Критерии выделения совокупности терминов международной безопасности и построения терминосистемы // Молодой ученый. 2014. № 18. С. 793–799.
9. Борисова М.К. Критерии отграничения терминосистемы международной безопасности в системе специальной лексики современного английского, французского и русского языков // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2015. № 5-1. С. 52–59.
10. Борисова М.К. Тематическая классификация лексических единиц, входящих в терминосистему международной безопасности в русском, английском и французском языках // Вестник Пятигорского государственного лингвистического университета. 2015. № 2. С. 153–161.
11. Раздубев А.В. Перспективы стандартизации англоязычной специализированной лексики сферы нанотехнологий // Вестник Пятигорского государственного лингвистического университета. 2012. № 3. С. 79–87.
12. Раздубев А.В., Хакиева З.У. Основные индивидуальные (вариативные) характеристики англоязычных систем строительной и нанотехнологической терминологии // Теоретические и прикладные аспекты изучения речевой деятельности. 2012. № 7. С. 191–206.
13. Раздубев А.В. История возникновения и развития терминологии нанотехнологий // European Social Science Journal. 2011. № 8. С. 60–69.
14. Гринев-Гриневич С.В. Терминоведение. М.: Академия, 2008. 304 с.
15. Глоссарий к справочнику по совету безопасности. URL: [un.org/ru/sc/about/methods/glossary.shtml](http://un.org/ru/sc/about/methods/glossary.shtml).
16. IAEA Safety Glossary 2007 Edition. URL: [pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1290\\_web.pdf](http://pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1290_web.pdf).
17. Glossary of Key Information Security Terms. URL: [nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2013/NIST.IR.7298r2.pdf](http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2013/NIST.IR.7298r2.pdf).
18. Glossaire de sûreté de l'aiea terminologie employée en sûreté nucléaire et radioprotection. URL: [ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/safety-glossary-french.pdf](http://ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/safety-glossary-french.pdf).
19. Dictionnaire informatique. URL: [vulgarisationinformatique.com/lexique.php](http://vulgarisationinformatique.com/lexique.php).
20. English-French Dictionary of Common Computing Terms. URL: [its.qmul.ac.uk/foreign/eng-french.htm](http://its.qmul.ac.uk/foreign/eng-french.htm).

#### REFERENCES

1. Alimuradov O.A. Meaning, sense, concept and intentionality: correlation system. *Yazyk. Tekst. Diskurs*, 2005, no. 3, pp. 43–56.
2. Alimuradov O.A. Cluster reference theory and semantics of names: marginal notes. *Filologiya i chelovek*, 2008, no. 1, pp. 42–50.
3. Alimuradov O.A. Functional nature of lexical meaning. *Vestnik Pyatigorskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta*, 2004, no. 4, pp. 77–82.
4. Alimuradov O.A., Guseva M.A. The structural and semantic models of the concept BEAUTY represented in the modern English female discourse. *Voprosy kognitivnoy lingvistiki*, 2010, no. 3, pp. 12–19.
5. Alimuradov O.A., Latu M.N. Dynamic processes in terminological systems (on the material of modern English language term systems). *Aktualnye problemy filologii i pedagogicheskoy lingvistiki*, 2012, no. 14, pp. 250–259.
6. Alimuradov O.A., Reunova O.I. On the essence of reference process. *Vestnik Pyatigorskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta*, 2006, no. 1, pp. 79–89.
7. Alimuradov O.A., Chursin O.V. Cognitive-frame approach to the functional-semantic characteristic of modern English musical vocabulary. *V mire nauchnykh otkrytiy*, 2009, no. 3-1, pp. 21–28.
8. Borisova M.K. Criteria of selection of international security terms set and term system creation. *Molodoy ucheniy*, 2014, no. 18, pp. 793–799.
9. Borisova M.K. Criteria of term system of international security in the system of special vocabulary in modern English, French and Russian languages. *Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki*, 2015, no. 5-1, pp. 52–59.

10. Borisova M.K. Thematic classification of lexical units of the international security terminological system in Russian, English and French. *Vestnik Pyatigorskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta*, 2015, no. 2, pp. 153–161.
11. Razduev A.V. The prospects of standardization of the English special lexis in the sphere of nanotechnologies. *Vestnik Pyatigorskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta*, 2012, no. 3, pp. 79–87.
12. Razduev A.V., Khakieva Z.U. Basic individual (variable) characteristics of English language systems of construction and nanotechnology terminology. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty izucheniya rechevoy deyatel'nosti*, 2012, no. 7, pp. 191–206.
13. Razduev A.V. History of genesis and development of nanotechnologies terminology. *European Social Science Journal*, 2011, no. 8, pp. 60–69.
14. Grinev-Grinevich S.V. *Terminovedenie* [Terminology science]. Moscow, Akademiya Publ., 2008. 304 p.
15. Glossary to the reference book on security council. URL: [un.org/ru/sc/about/methods/glossary.shtml](http://un.org/ru/sc/about/methods/glossary.shtml).
16. IAEA Safety Glossary 2007 Edition. URL: [pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1290\\_web.pdf](http://pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1290_web.pdf).
17. Glossary of Key Information Security Terms. URL: [nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2013/NIST.IR.7298r2.pdf](http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2013/NIST.IR.7298r2.pdf).
18. Glossaire de sûreté de l'aiea terminologie employée en sûreté nucléaire et radioprotection. URL: [ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/safety-glossary-french.pdf](http://ns.iaea.org/downloads/standards/glossary/safety-glossary-french.pdf).
19. Dictionnaire informatique. URL: [vulgarisationinformatique.com/lexique.php](http://vulgarisationinformatique.com/lexique.php).
20. English-French Dictionary of Common Computing Terms. URL: [its.qmul.ac.uk/foreign/eng-french.htm](http://its.qmul.ac.uk/foreign/eng-french.htm).

**MAIN MODELS OF TERM FORMATION IN THE AREA OF SECURITY  
(ON THE MATERIAL OF ENGLISH AND FRENCH LANGUAGES)**

© 2016

*M.K. Borisova*, postgraduate student of Chair “West European languages and cultures”  
*Pyatigorsk State Linguistic University, Pyatigorsk (Russia)*

*Keywords:* term system of the area of security; models of term formation; affixation; word compounding; abbreviation.

*Abstract:* Term system of the area of security is an interesting object for linguistic study as it is characterized by the existence of a number of subject areas and the definite special features of formation of its component terminological units. The paper considers the main models of term formation in the area of international security on the material of Germanic and Romance languages – English and French. The author studies in details morphological, morphology-syntactic and syntactic methods of term formation with the distinguishing of particular word-forming models and presenting statistical data on them. In the result of analysis of international security terms of modern English and French languages, the author makes the conclusion that the full range of term formation models are used in the term system under consideration, and the majority of them are traditionally used in English and French special vocabulary. Affixation (prefixation, suffixation, suffixal methods), word compounding and abbreviation are the most frequent term formation models in both languages. It is proved that except the traditional morphological method of terminology units formation, abbreviation represented by the significant number of terms in both analyzed languages is the most frequently implemented model of terms derivation. The author notes the fact that while being borrowed to the French language, some English language abbreviated terms keep their form in which they existed originally in the English language. In this case, the full-structure term is not abbreviated but is formed according to the French language rules. It is said, that the morphological, morphology-syntactic and syntactic methods of terminology units formation analyzed in the paper are inseparably linked to each other.

## КАТЕГОРИЯ НЕГАЦИИ И ЯЗЫКОВЫЕ СРЕДСТВА ЕЕ ВЫРАЖЕНИЯ В СЛОЖНОМ ПРЕДЛОЖЕНИИ (НА МАТЕРИАЛЕ РУССКОГО И ФРАНЦУЗСКОГО ЯЗЫКОВ)

© 2016

*Г.Ф. Гаврилова*, доктор филологических наук, профессор,  
профессор кафедры русского языка Института филологии, журналистики и межкультурной коммуникации  
*И.В. Ковтуненко*, кандидат филологических наук, доцент,  
доцент кафедры русского языка Института филологии, журналистики и межкультурной коммуникации  
*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону (Россия)*

**Ключевые слова:** синтаксический уровень языка; негация; ирреальная модальность; лексиколизованные языковые средства; сложное предложение; структурно-семантическая и функциональная корреляция и дифференциация.

**Аннотация:** Данная статья посвящена вопросам выражения категории негации в сложном предложении в русской и французской грамматиках. В статье представлено традиционное описание категории негации, т. е. она рассматривается только в плане ее лексико-грамматического выражения с помощью частицы «не» или слова «нет». Обычно так узко она понимается и при анализе сложного предложения, в частности сложноподчиненного предложения. В статье рассматриваются сложноподчиненные предложения обстоятельственной семантики, в которых наиболее полно (наряду с частицей «не») представлено взаимодействие категории негации с категорией ирреальности, при выражении ее с помощью частицы «бы». В простом предложении наличие двух частиц «не» и «бы» не только является выразителем ирреальной модальности, но и одновременно передает семантику отрицания, которая нейтрализует действие отрицательной частицы «не». Также семантика отрицания иногда может быть выражена и лексиколизованными языковыми средствами, такими как «сомнительно», «сомневаюсь», «не уверен» и т. п. Показано, что подобные явления можно наблюдать и во французских предложениях. Следовательно, можно говорить о структурно-семантических и функциональных корреляциях и дифференциациях на уровне синтаксиса в русском и французском языках, которые отражают универсальность синтаксических отношений в обоих языках. Проведенный анализ показал, что средства выражения семантики категории негации в сложном предложении отличаются от средств ее репрезентации в простом предложении. По результатам проведенного исследования можно сделать заключение о том, что значение негации настолько сильно, что обычно выступает в качестве итеративной семы, спаивающей главную и придаточную части в единое целое – сложноподчиненное предложение, что является характерным для обоих языков.

Проблема взаимосвязи категории негации с другими семантико-грамматическими категориями привлекала и привлекает внимание лингвистов.

Понятие семантики категории негации (отрицания) обычно формулируется следующим образом: «...отрицание – элемент значения предложения, указывающий на отсутствие связи между некоторыми явлениями, о которых говорится в предложении» [1, с. 154].

Пражские лингвисты считают, что категория негации – одна из разновидностей категории модальности наряду с категорией реальности/ирреальности, что положительные (утвердительные) и отрицательные предложения различаются по оценке реальности содержания [2, с. 814].

Однако, приняв данную точку зрения, следует отметить, что предложения с ирреальной модальностью всегда передают желаемое или возможное событие, а следовательно, отсутствующее в реальной действительности, т. е. категория негации оказывается по своему проявлению в сфере категории модальности, хотя в данном случае модальность ирреальности (возможности, желательности) сочетается с семантикой отсутствия факта (в данное время, при определенных условиях). Негация, выражаемая посредством сослагательного наклонения, позволяет сделать вывод о возможности включения модальности ирреальности (при известном употреблении предложения с такой модальностью) в сферу категории негации, в частности, при наличии ирреальной модальности в сложноподчиненном предложении (далее – СПП). Так, например, в изъяснительных СПП

отрицательная семантика главной части, выраженная частицей «не», согласуется иногда с той же отрицательной семантикой ирреальной конструкции, выраженной союзом «чтобы»: «*Я не верю, чтобы эти большевики так вдруг исчезли*» (А. Толстой «Хождение по мукам»). В тех случаях, когда в главной части отсутствует частица «не», в придаточной части невозможен союз «чтобы», так как при его наличии исчезло бы согласование семантики главной части с семантикой придаточной; сравним: «*Я верю, что эти большевики так вдруг исчезнут*».

Показатели отрицательной семантики характерны и для образованных по устойчивой схеме определительно-качественных предложений, где в главной части налицо частица «не» («нет»), а в придаточной – частица «бы» + союзное слово «который», сравним: «*Не было в библиотеке книги, которую бы он не прочитал*» = «*Все книги он прочитал*». При этом создается эффект погашения отрицания отрицанием. Сравним: «*Не было ни одной книги, которую бы он прочитал*» = «*Ни одной книги он не прочитал*». Другой пример: «*Нет в природе той тайны, которая могла бы поставить его в тупик*» (А. Чехов «День за городом») = «*Ни одна тайна природы не поставила бы его в тупик*».

Иногда отрицание в главной части может быть выражено и эксплицитно, с помощью вопросительной конструкции, например: «*Разве они могут выдвинуть условия, которые заставили бы нас пойти на соглашение?*» (А. Толстой «Хождение по мукам») = «*Никакие их условия не могут заставить нас пойти на соглашение*».

В таких определительных предложениях особенно ярко негация проявляется при слове «нет» в главной части, например: «*Нет девушки, которая бы нравилась ему*» = «*Ни одна девушка не нравится ему*».

Все это свидетельствует о том, что категория негации не должна рассматриваться только в плане ее лексико-грамматического выражения с помощью частицы «не» или слова «нет». К сожалению, эта категория обычно так узко понимается и при анализе сложноподчиненного предложения [3, с. 13–14].

В сложноподчиненных предложениях, где обязательным элементом является частица «бы» (при союзе соответствующей семантики), негативное значение конструкции может выражаться с помощью этой частицы, т. е. морфологически.

При исследовании сложноподчиненных предложений обстоятельственной семантики оказывается, что наиболее полно (наряду с частицей «не») в них представлено взаимодействие категории негации с категорией ирреальности, при выражении ее с помощью частицы «бы». В частности, в предложениях ирреального условия союз «если бы», когда реальный факт ориентирован в прошлое (соотносится с планом прошедшего времени), частица «бы» выражает отсутствие действия в реальной действительности, т. е. в таком случае в плане семантики части сложноподчиненного предложения выражают одновременно согласование их как в плане гипотетической модальности, так и в плане негации. В связи с этим можно считать справедливой мысль о том, что в условных предложениях частица «бы» вносит значение отсутствующего действия [4, с. 69]. Обращенность же ирреального действия в прошлое свидетельствует о том, что возможные, желаемые действия просто не осуществились, т. е. отсутствуют [5, с. 170].

Например: «*Если бы он, Иван Ильич, сделал еще одно усилие, все бы изменилось*» (А. Толстой «Хождение по мукам»). Налицо ориентация на отсутствие описанных в СПП событий, сравним: «*Он (Иван Ильич) не сделал еще одного усилия, и поэтому ничего не изменилось*». При наличии же отрицаний в придаточной части в подобном предложении происходит отрицание отрицанием: «*Если бы Иван Ильич не сделал еще одного усилия, ничего бы не изменилось*» = «*Иван Ильич сделал еще одно усилие, и все изменилось*». О том, что такое погашение присутствует в каждой из предикативных частей СПП, свидетельствует возможность такого же явления в простом предложении, например: «*В присутствии отца он не сказал бы этого*» (т. е. «*В отсутствие отца он сказал...*»), где налицо две частицы, выражающие отрицание, – «не» и «бы». Данный факт лишний раз подтверждает то, что частица «бы» в обеих частях условно-ирреального СПП не только является выразителем ирреальной модальности, но и одновременно передает семантику отрицания, которая нейтрализует действие отрицательной частицы «не».

Интересно, что при обращенности действий условного предложения в будущее и наличии частицы «бы» семантика отрицания отсутствует: «*Если бы он завтра приехал, мы бы с ним поговорили*» – событие желательно и, следовательно, не существует в настоящем. Сильнее отрицания в таком предложении семантика модальности ирреальности (возможности, желательности).

В таких предложениях при наличии частиц «бы» и «не» иногда погашение отрицания происходит только в придаточной части: «*Если бы завтра не пришли гости, я бы не выходила из дома*». Негация в таких придаточных предложениях погашается с помощью частицы «не» и частицы «бы». В главном же предложении действие лишь желательно [6, с. 50].

Широко распространены в современном русском языке конструкции с однородными придаточными причинами. В них отрицаемая говорящим предполагаемая причина противопоставляется причине реальной. В конце XVIII и начале XIX века такие СПП строились по схеме «не потому чтобы, а потому что...». Однако, вероятно, в результате избыточности – выражения отрицания частицей «не» + союзом «чтобы» (с частицей ирреальности «бы») – союз «чтобы» вытесняется союзом «что», и такие предложения в современном русском языке в основном строятся по схеме «не потому что, а потому что»: «*По необходимости этим людям приходилось отказываться от личного, и вовсе не потому, что они были аскетами, а потому, что этого требовала обстановка*» (В. Озеров «Александр Фадеев»).

Значение негации может быть выражено также в ирреально-сравнительных предложениях с союзами «будто», «словно», «точно», «как будто»:

1) «*Около изб не было видно ни людей, ни деревьев, ни теней, точно поселок задохнулся в горячем воздухе и вымер*» (А. Чехов «Степь», II) – ситуация, описанная в придаточной части, существует только в воображении псевдоавтора, девятилетнего мальчика, но ее нет в реальной действительности; 2) «*Он (подводчик. – Г.Г.) держался прямо, как будто маршировал или проглотил аршин...*» (А. Чехов «Степь», II) – союз в придаточной части передает отсутствие воображаемых действий в реальной действительности.

При наличии отрицания «не» происходит погашение его семантики за счет присутствия в придаточной части союза ирреального сравнения: 1) «*Мать была спокойна и весела, будто не было бессонной ночи у постели больного*» = «*бессонная ночь была*»; 2) «*Солнце сияло, было тепло, как будто и не было ночной грозы*» (И. Бунин «Деревня»). Таким образом, союз, его наличие, свидетельствует о семантике предложения. Союз – показатель отсутствия в реальной действительности события, представленного в придаточной части. И это вполне естественно, так как ирреально-сравнительные конструкции в придаточной части выражают воображаемое, метафорически представленное событие. То есть происходит погашение отрицания отрицанием, так как союзы ирреального сравнения имплицитно выражают отсутствие ситуации, которая представлена в присоединяемой ими придаточной части с отрицательной семантикой, сравним: «*Вся трава была мокрой от росы, словно ночью шел дождь*», где ситуация, описанная в придаточном предложении, существует только в воображении автора высказывания. Еще пример: «*Самсонов ответил по-русски, будто говорил о надоевшей погоде*» (Ю. Бондарев «Берег»).

Эти союзы М.И. Черемисина относит к группе модально-сравнительных союзов, связанных с выражением «вымышленной» ситуации, следовательно, не существующей в реальности [7, с. 100].

Иногда показатель грамматического отрицания «не» входит в состав подчинительного союза. Таков временной союз «пока не». СПП, в которых он употребляется, выражают предел временной длительности действия, репрезентированного глаголом несовершенного вида в главной части. В придаточной части предикат выражен глаголом совершенного вида, например:

«И там гуляет на просторе,

Пока недремлющий брежет

Не прозвонит ему обед» (А. Пушкин «Евгений Онегин»).

В академической «Русской грамматике» подчеркивается, что частица «не» в составе этого союза «не имеет отрицательного значения» [8, с. 550]. Однако это утверждение, на наш взгляд, несколько не соответствует действительному положению дел. Судя по приведенному выше предложению, отрицание в таком случае выражено по отношению к содержанию главной части и равняется высказыванию: «*Не гулял после звонка брегета*» – действие семантики «не» распространяется на главную часть, ее содержание. Сравним: «*Он работал над своей дипломной, пока не пришел отец*» = «*Он не работал над дипломной после прихода отца*», т. е. отрицание «не» фактически направлено ретроспективно, в предшествующую его употреблению предикативную часть, что сближает данную конструкцию с предложениями, организованными по устойчивой схеме.

В ряде фразеологически связанных СПП в главной части обязательно присутствует отрицание, а в придаточной – союзы «чтобы», «если бы» ирреальной модальности, также выражающие негативное значение, например: 1) «*Я не так глупа, чтобы ревновать*» (Л. Толстой «Война и мир»); 2) «*Другое было бы дело, если бы у меня была красивая, интересная жизнь*» (А. Чехов «Крыжовник»). «*Не было дня, чтобы он не звонил матери*» = «*Он каждый день звонил матери*» – происходит погашение отрицания за счет отрицания, выраженного частицей «бы».

Другой пример: «*И еще не было случая, чтобы вражеская конница не могла выдержать такую атаку*» (А. Толстой «Хождение по мукам») = «*Никогда вражеская конница не могла выдержать такую атаку*». Подобные последнему предложению СПП равны простым предложениям с отрицанием, усиленным наречием «никогда».

Семантика отрицания может быть выражена иногда и лексиколизированными языковыми средствами, в частности, такими опорными словами в главной части изъяснительного СПП, как «сомнительно», «сомневаюсь» и т. п. Например: «*Сомневаюсь, чтобы в ваших словах была правда*» (Л. Толстой «Война и мир»). При появлении отрицания в главной части происходит отрицание отрицанием и переход высказывания из сферы негативных в позитивные с союзом «что»: «*Не сомневаюсь, что в ваших словах есть правда*». В первом же предложении лексема «сомневаюсь» синонимична сочетанию с частицей «не»: «не думаю», «не уверен».

Наличие структурно-семантических и функциональных корреляций и дифференциаций на уровне синтаксиса в русском и французском языках отражает универсальность синтаксических отношений в обоих языках. Следовательно, система грамматических отношений в русском и французском языках с точки зрения

состава может быть рассмотрена как совпадающая [9, с. 75]. Во французской грамматике предложения с условными придаточными образуются по нескольким моделям. Традиционно эти модели предполагают в своем составе наличие союза “si” («если»), который «выражает условие», что является его «первичной семантической функцией» [10, с. 279]. Также в соответствующих случаях в таких предложениях появляется значение, аналогичное русской ирреальной частице «бы», которая не имеет морфологического выражения во французском языке. В связи с тем, что условное наклонение употребляется, когда речь идет об информации предполагаемого содержания, передаче гипотетического, возможного действия, подтверждается мысль о том, что в условных предложениях во французском языке частица, соответствующая «бы» в русском языке, вносит «значение предполагаемого действия («если бы»)» [11, с. 230]. Например: “*Finalemant, je l'aurais peut-être eu mon baccalauréat, si je n'avais pas eu le tort d'être juif aux épreuves de juin 1941*” (Levy Marc “Les enfants de la liberté”) – «*В конце концов, возможно, я был бы бакалавром, если бы я не попал под испытания, выпавшие на долю евреев в июне 1941*» (перевод наш. – И.К.). Сравним: «*Если бы не испытания, выпавшие на долю евреев в июне 1941, возможно, я стал бы бакалавром*» = «*При отсутствии испытаний, выпавших на долю евреев в июне 1941, я стал бы бакалавром*» – в данном случае в соответствующем русскому тексту предложении происходит аналогичное погашение отрицания отрицанием, которому соответствуют и частица «не», и частица «бы».

Во французских текстах мы можем наблюдать явление, аналогичное происходящему в русских сложноподчиненных предложениях; так, например, при обращенности действий условного предложения в будущее и наличии частицы семантика отрицания отсутствует, например: “*Si j'avais pu en parler à Boris, il m'aurait probablement rappelé que l'ennemi en question appartenait à une armée qui ne se posait aucune question, quand elle tirait dans la nuque des enfants, quand elle mitraillait des gamins aux coins de nos rues, et encore moins quand elle exterminait sans compter dans les camps de la mort*” – «*Если бы я могла поговорить с Борисом, он бы, вероятно, напомнил, что скользкий вопрос принадлежал армии, у которой не возникало никаких вопросов, когда они стреляли в затылок детей, когда она обстреливали из пулеметов мальчишек на углах наших улиц, и еще меньше, когда она истребляла несчетное количество в лагерях смерти*» (перевод наш. – И.К.). В предложении на французском языке негация выражена только частицей «не», так как условное наклонение передается только при помощи окончаний глагола. Однако, как и в русском варианте, погашения отрицания не происходит. В предложении усиливается семантика модальности ирреальности. В.Г. Гак и Е.Б. Ройзенблит, говоря о структурных и коммуникативных сходжениях и расхождении, отмечают: «Синтаксический комплекс с гипотаксисом, включающий специализированное предложение условия», является эквивалентной структурой для обоих языков [12, с. 285].

Во французском языке, так же как и в русском, значение негации может быть выражено и в ирреально-сравнительных предложениях с союзами «будто»,

«словно», «точно», «как будто», «как если бы», например: 1) *“Parfois l'appel est bref, comme si l'on m'avait raccroché au nez; parfois il se prolonge, comme si l'on m'écoutait avec une curiosité coupable”* (M. Houellebecq “La possibilité d'une île”) – «Иногда звонок был короткий, как если бы я повесил трубку в нос, иногда он продолжался, как если бы слушал меня с виноватым любопытством» (перевод наш. – И.К.); 2) *“Elle éclata de rire, comme si j'avais dit quelque chose de ridicule”* (A. Nothomb “Antéchrista”) – «Она рассмеялась, как будто я сказал что-то смешное» (перевод наш. – И.К.). В анализируемых предложениях, взятых из текстов современных французских писателей, так же как и в предложениях из русских текстов, в придаточной части союза «как если бы» и «как будто» передают отсутствие воображаемых действий в реальной действительности. М.С. Ивашова в своей статье «Способы и средства выражения сравнительного значения (русский язык в сопоставлении с французским)» отмечает, что синтаксические средства выражения компаративного значения получили одинаково широкое распространение в обоих языках [13, с. 82].

При наличии отрицания «не» происходит погашение его семантики за счет присутствия в придаточной части союза ирреального сравнения: 1) *“Emile est calme, il arbore un drôle de sourire, comme si plus rien n'avait d'importance”* (Levy Marc “Les enfants de la liberté”) – «Эмиль спокоен, он выставляет напоказ забавную улыбку, словно ничего больше не имело значения» (перевод наш. – И.К.) = «В жизни Эмиля происходили значимые события»; 2) *“Parmi les choses qui m'énervaient chez elle, il y avait cette façon de débiter de phrases qui tombaient sous le sens et de les terminer par "tu comprends?", comme si l'interlocuteur n'allait pas saisir la subtilité de son discours”* (A. Nothomb “Antéchrista”) – «Среди вещей, которые меня в ней раздражали, была манера выпаливать фразы, которые были вполне очевидными и заканчивались вопросом: “Ты понимаешь?”, как будто собеседник не уловил бы тонкости ее речи» (перевод наш. – И.К.) = «Собеседник вполне мог уловить смысл ее высказываний». Таким образом, союз, его наличие, свидетельствует о семантике предложения. Союз – показатель отсутствия события, представленного в придаточной части, в реальной действительности.

Во французской грамматике отрицание предполагает наличие при глаголе двух частиц “ne ... pas”, что по структуре отличает его от отрицания в русском языке. Однако в некоторых случаях «при глаголах savoir (знать), pouvoir (мочь), oser (осмеливаться) вторая отрицательная частица “pas” иногда опускается...» [14, с. 374]. Также “pas” не употребляется при глаголе, «если в предложении отрицательное наречие или местоимение находится до глагола» или в случае, когда «...отрицание при глаголе выражено союзом “ni”...» [15, с. 220]. Л.И. Илия отмечает, что «простые союзы подчинения “que” и “si” дополняются в различных контекстах в выражении конкретных отношений большим числом «союзных оборотов», образуемых присоединением к союзу “que” предлогов, наречий, причастий, существительных, местоимений» [16, с. 105]. Однако сочетания отрицания с подчинительными союзами “pendant que”, “tandis que”, “tant que”, которые соответствуют русскому союзу «пока», надо отметить, во

французских текстах современных писателей встречаются крайне редко. Опираясь на тот факт, что во французской грамматике не описана семантика сочетаний подобного рода, сделать вывод на основе частотности употребления и специфики перевода не представляется возможным. Однако сам факт низкой частотности в употреблении подобных сочетаний свидетельствует о том, что для современных французских писателей нехарактерно использование отрицания с этими подчинительными союзами.

Во французской грамматике вопрос о взаимоотношениях между единицами языка разных уровней – морфологического, синтаксического и семантического – был поставлен еще Ш. Балли [17, с. 40–41]. Так, семантика отрицания может быть во французском языке иногда выражена и лексикологизованными языковыми средствами, в частности, такими опорными словами в главной части, как «сомнительно», «сомневаюсь», «не уверен» и т. п. Например: *“À l'heure qu'il est, je doute que les communications allemandes soient rétablies avant un bon moment”* (Levy Marc “Les enfants de la liberté”) – «На данный момент я сомневаюсь, что немецкие коммуникации будут восстановлены в ближайшее время» (перевод наш. – И.К.). В анализируемом предложении в качестве лексикологизованного языкового средства выступает глагол “douter” (сомневаться).

Таким образом, анализ показал, что средства выражения семантики категории негации в СПП отличаются от средств ее репрезентации в простом предложении тем, что здесь для этого используются подчинительные союзы, функции которых синкретичны: связующие главную и придаточную части, выражающие модальные значения, значения негации. При этом значение негации настолько сильно, что обычно выступает в качестве итеративной семы, спаивающей главную и придаточную части в единое целое – сложноподчиненное предложение. По мнению В.Г. Гака, «в итеративной функции может оказаться любая сема» [18, с. 376], в том числе и со значением негации. Известно, что «итеративность сем не только служит семантическому единству частей СПП, но является основой формирования синтаксического единства – СПП определенной структурно-семантической разновидности...». [19, с. 82]. То есть исследование средств выражения негации в разных языках является важным шагом на пути изучения семантики и структуры типов и разновидностей СПП во всем их разнообразии. Проведенный анализ показывает, что одно и то же содержание может выражаться в различных грамматических формах как внутри одного языка, так и в межъязыковом плане. Еще Л. Теньер в 1959 году в своей работе “Eléments de syntaxe structurale” выдвинул тезис о независимости структурного и семантического в языке [20, с. 459]. Кроме того, изучение СПП в данном аспекте раскрывает взаимодействие в языке и речи разных функционально-семантических категорий, в частности, организующую связь модальной категории ирреальности с категорией негации, наблюдаемую как в русском, так и во французском языках.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Русский язык: энциклопедия / гл. ред. Ф.П. Филин. М.: Советская энциклопедия, 1979. 432 с.

2. Barnetova V., Běličová-Křížková H., Leška O. Русская грамматика. Т. 2. Praha: Akademia, 1979. 1093 с.
3. Жигалин Н.С. Отрицание в структурной организации сложноподчиненного предложения : автореф. дис. ... канд. филол. наук. М., 1972. 24 с.
4. Гулыга Е.Б. О взаимодействии смысла и синтаксической семантики предложения // Филологические науки. Научные доклады Высшей школы. 1976. № 1. С. 67–75.
5. Гаврилова Г.Ф. Предложение и текст: системность и функциональность. Ростов н/Д.: Юнибук, 2015. 412 с.
6. Рагозина И.Ф. Контрфактическое объяснение в ирреально-условном предложении (на материале русского и французского языков) // Вопросы языкознания. 2010. № 1. С. 46–60.
7. Черемисина М.И. Теоретические проблемы синтаксиса и лексикологии языков разных систем. Новосибирск: Наука, 2004. 896 с.
8. Русская грамматика. Т. 2. Синтаксис. М.: Наука, 1980. 709 с.
9. Ковтуненко И.В. Феномен сочинения и подчинения в русской и французской грамматике // Русский язык за рубежом. 2014. № 1. С. 70–76.
10. Гак В.Г. Теоретическая грамматика французского языка. М.: Высшая школа, 1978. 304 с.
11. Мурадова Л.А. Грамматика французского языка. М.: Айрис-пресс, 1997. 246 с.
12. Гак В.Г., Ройзенблит Е.Б. Очерки по сопоставительному изучению французского и русского языков. М.: Высшая школа, 1965. 377 с.
13. Ивашова М.С. Способы и средства выражения сравнительного значения (русский язык в сопоставлении с французским) // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2008. № 3. С. 77–83.
14. Може Г. Практическая грамматика французского языка. СПб.: Лань, 1996. 432 с.
15. Илия Л.И. Грамматика французского языка. 2-е изд. М.: Высшая школа, 1964. 304 с.
16. Илия Л.И. Очерки по грамматике современного французского языка. М.: Высшая школа, 1970. 176 с.
17. Bally Ch. Linguistique générale et linguistique française. Bern: Francke, 1950. 416 p.
18. Гак В.Г. К проблеме семантической синтагматики // Проблемы структурной лингвистики. М.: Изд-во АН СССР, 1972. С. 367–395.
19. Гаврилова Г.Ф. Русское сложное предложение. Ростов н/Д.: АкадемЛит, 2010. 224 с.
20. Tesnière L. *Eléments de syntaxe structurale*. Paris: Klincksieck, 1959. 670 p.
21. Zhigalin N.S. *Otritsanie v strukturnoy organizatsii slozhnopodchinennogo predlozheniya*. Avtoref. diss. kand. filol. nauk [Negation in structure organization of complex sentence]. Moscow, 1972. 24 p.
22. Gulyga E.B. On interaction of sense and syntactic semantics of sentence. *Filologicheskie nauki. Nauchnye doklady Vysshey shkoly*, 1976, no. 1, pp. 67–75.
23. Gavrilova G.F. *Predlozhenie i tekst: sistemnost' i funktsionalnost'* [Sentence and text: systematic approach and functionality]. Rostov-on-Don, Yunibuk Publ., 2015. 412 p.
24. Ragozina I.F. Counterfactual explication in an irreal conditional sentence (with reference to Russian and French). *Voprosy yazykoznaniya*, 2010, no. 1, pp. 46–60.
25. Cheremisina M.I. *Teoreticheskie problemy sintaksisa i leksikologii yazykov raznykh sistem* [Theoretical issues of syntax and lexicology of languages of various systems]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2004. 896 p.
26. *Russkaya grammatika. T. 2. Sintaksis* [Russian grammar. Vol. 2. Syntax]. Moscow, Nauka Publ., 1980. 709 p.
27. Kovtunencko I.V. The coordination and subordination phenomenon in Russian and French grammar. *Russkiy yazyk za rubezhom*, 2014, no. 1, pp. 70–76.
28. Gak V.G. *Teoreticheskaya grammatika frantsuzskogo yazyka* [Theoretical grammar of the French language]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1978. 304 p.
29. Muradova L.A. *Grammatika frantsuzskogo yazyka* [Grammar of the French language]. Moscow, Ayrispress Publ., 1997. 246 p.
30. Gak V.G., Royzenblit E.B. *Ocherki po sopostavitelnomu izucheniyu frantsuzskogo i russkogo yazykov* [Reviews on comparative study of French and Russian languages]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1965. 377 p.
31. Ivashova M.S. Expression modes of comparative meaning (Russian language in comparison with French). *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Lingvistika*, 2008, no. 3, pp. 77–83.
32. Mauger G. *Prakticheskaya grammatika frantsuzskogo yazyka* [Grammaire pratique du français d'aujourd'hui. Langue parlée. Langue écrite]. St. Petersburg, Lan' Publ., 1996. 432 p.
33. Iliya L.I. *Grammatika frantsuzskogo yazyka* [Grammar of the French language]. 2nd ed. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1964. 304 p.
34. Iliya L.I. *Ocherki po grammatike sovremennogo frantsuzskogo yazyka* [Essays on grammar of modern French language]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1970. 176 p.
35. Bally Ch. *Linguistique générale et linguistique française*. Bern, Francke, 1950. 416 p.
36. Gak V.G. To the issue of semantic syntagmatics. *Problemy strukturnoy lingvistiki*. Moscow, AN USSR Publ., 1972, pp. 367–395.
37. Gavrilova G.F. *Russkoe slozhnoe predlozhenie* [Russian complex sentence]. Rostov-on-Don, AkademLit Publ., 2010. 224 p.
38. Tesnière L. *Eléments de syntaxe structurale*. Paris, Klincksieck, 1959. 670 p.

#### REFERENCES

1. Filin F.P., ed. *Russkiy yazyk: entsiklopediya* [Russian language: encyclopedia]. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1979. 432 p.
2. Barnetova V., Běličová-Křížková H., Leška O. *Russkaya grammatika* [Russian grammar]. Praha, Akademia Publ., 1979. Vol. 2, 1093 p.

**THE CATEGORY OF NEGATION AND LINGUISTIC MEANS FOR ITS EXPRESSION  
IN COMPLEX SENTENCE (A CASE STUDY OF RUSSIAN AND FRENCH LANGUAGES)**

© 2016

*G.F. Gavrilova*, Doctor of Sciences (Philology), Professor,  
professor of Chair of Russian language of the Institute of Philology, Journalism and Intercultural Communication  
*I.V. Kovtunenکو*, PhD (Philology), Associate Professor,  
assistant professor of Chair of Russian language of the Institute of Philology, Journalism and Intercultural Communication  
*Southern Federal University, Rostov-on-Don (Russia)*

*Keywords:* syntactic level of language; negation; unreal modality; lexicalization linguistic means; complex sentence; structural-semantic and functional correlation and differentiation.

*Abstract:* This paper covers the issues of expression of negation category in the complex sentence in Russian and French grammars. The authors presented the traditional description of the negation category, in other words, it is considered only in the context of its lexical and grammatical expression with the help of the particle “not” or the word “no”. Usually, it is understood in such a narrow way while analyzing the complex sentence. The paper considers complex sentences of adverbial semantics that present more complete (in addition to the particle “not”) the interaction of negation category with the category of unreality when expressing it with the help of particle “would”. The existence of two particles “not” and “would” in a simple sentence is not only the expresser of the unreal modality but, at the same time, it expresses the negation semantics that neutralizes the action of negative particle “not”. The negation semantics can be sometimes expressed by the lexicalization linguistic means as well, such as “doubtful”, “I doubt”, “I am not sure” and so on. The authors show that such phenomena can be observed in French sentences as well. Therefore, we can speak about the structural-semantic and functional correlations and differentiations at the level of syntax in Russian and French languages that reflect the generality of syntactic relations in both languages. The analysis showed that the means of expression of the negation category semantics in a complex sentence differs from the means of its representation in a simple sentence. Based on the results of the study, it is possible to conclude that the significance of negation is such an extent that it usually acts a frequentative seme soldering the principal and the subordinate parts into integral whole – complex sentence, which is typical for both languages.

## К ВОПРОСУ О КОММУНИКАТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ ЯЗЫКОВОЙ ЛИЧНОСТИ В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ Г. ГАЗДАНОВА

© 2016

*О.Е. Гайбарян*, кандидат филологических наук, доцент,  
доцент кафедры «Теория и история мировой литературы»  
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону (Россия)

*Г.И. Мясищев*, специалист по учебно-методической работе  
Ростовский государственный строительный университет, Ростов-на-Дону (Россия)

**Ключевые слова:** языковая личность; Г. Газданов; коммуникативные особенности языковой личности; языковая личность автора; языковая личность литературного персонажа; литература русского зарубежья.

**Аннотация:** Данная статья посвящена анализу коммуникативных особенностей прозы Г. Газданова с позиции репрезентации языковой личности автора. В статье на основании анализа текстов Г. Газданова изучаются различные уровни коммуникации, возникающие между автором и читателем, а также между персонажами, выступающими как преломление речевой деятельности представителей социума авторским сознанием. Проблемы изучения языковых феноменов русского зарубежья, как языка изолированного анклава, представляют несомненный интерес в современной лингвистике. Рассматривается дуалистическая природа главного героя произведений Г. Газданова, его языковое воплощение. Анализируется инструментарий автора, консолидирующий языковую картину мира и человека в произведениях Г. Газданова. Дается представление о методах авторского воздействия на читателя посредством использования различных психологических, лингвистических средств. Язык автора подвергается анализу как особая лингвистическая структура, генезис которой рассматривается в контексте единства психоэмоционального развития автора, героя и взаимодействующего с текстом читателя. Основной коммуникативной целью авторского текста видится изучение глубинной природы сознания человека, его побудительных мотивов, принципов взаимодействия личностей в социуме. Рассматриваются и собственно лингвистические особенности текстов Г. Газданова, его отличительные черты, выделяющие язык автора в ряду других лингвистических феноменов. Особое внимание авторы уделяют типологической характеристике уровневого коммуникативного взаимодействия автора, персонажей, читателей. Выделяются специфические черты каждого уровня, дается его типологическое описание. Авторский анализ подкрепляется примерами из текстов произведений Г. Газданова, иллюстрирующими ход рассуждений, а также привлечением широкой исследовательской базы. Проведенный анализ позволяет сделать ряд выводов, касающихся особенностей развития не только языка конкретного автора, но и языка русской литературы во второй трети XX века в целом.

История развития искусства свидетельствует о возрастающем стремлении рассматривать действительность как деятельностное проявление человека, как антропоцентрический объект. От осознания, объяснения и упорядочивания стихийных проявлений среды искусство перешло к целенаправленному продуцированию среды и транспозиции роли человека из объектной в субъектную область созидания. В настоящее время человек позиционируется как самодостаточное и самоценное явление, продуцирующее окружающий мир наравне с природой. Обретение человеком черт демиурга началось в глубокой древности, но окончательно сформировалось к концу XX века, когда в литературе утвердился принцип доминанты рукотворной вселенной в искусстве [1]. Мир человека – это приспособленный мир, где любые природные явления упорядочены в соответствии с антропософским планом и замыслом. Этот аспект как нельзя лучше проявляется в литературе, где сформировался принцип «нет литературы без человека».

Таким образом, изучение проявлений языковой личности человека в литературном творчестве позволяет не только изучить проявление конкретной авторской личности в тексте, но и исследовать лингвистическое отображение моделируемой автором вселенной. Представляется, что изучение творческого наследия Гайто Газданова позволит глубже понять некоторые тенденции современной литературы, поскольку именно в творчестве Г. Газданова, на наш взгляд, наиболее ярко проявились

ключевые аспекты, в полной мере проявляющиеся в современном литературном творчестве: принцип антропоцентризма; автобиографичность и мемуарность как ведущие художественные приемы; сознательное формирование текста с высокой эмотивностью; установка на полилог и общую полифонию прозы; ряд других факторов, менее значимых для анализа языковой личности.

Важно отметить, что анализ языковой личности Г. Газданова в произведениях предполагает одновременное изучение как языка автора, так и языка главного героя, от лица которого ведется повествование и который является основным действующим лицом произведения. Автобиографическая и дуалистическая позиция в произведениях позволяет наиболее явственно обозначить лингвистические факторы и интерпретировать их. К подобному подходу исследователи прибегали неоднократно, формируя представление о языковой личности как многоаспектной и многокомпонентной системе [2–4].

Исходным постулатом антропоцентрической парадигмы в лингвистических исследованиях является признание способности говорящего (индивидуума или социума) присваивать себе язык в процессе его применения, что говорит о сознательном модулировании лингвистических процессов говорящим во время коммуникации на всех уровнях. Для изучения этих процессов необходимо выявить коммуникативные уровни газдановских текстов.

Первый уровень коммуникативного взаимодействия «автор – читатель». Его особенность – мемуарная форма, при которой взаимодействие между читателем и автором переносится на уровень глубоко личного, частного взаимодействия [3]. Отличительной чертой газдановского повествования является тот факт, что автор строит коммуникативное взаимодействие как личностно ориентированное, индивидуализированное взаимодействие, предполагающее сопереживание виртуальной личности рассказчика, моделируемой как реально существующее лицо с реальной биографией. Важно отметить, что автор сознательно использует приемы опосредованного вовлечения читателя в коммуникативную связь на эмотивном уровне, используя элементы психологизма, рассчитанные на соотнесение фактов биографического и эмоционального опыта читателя и аналогичного опыта виртуального рассказчика, выступающего главным действующим лицом, как об этом говорят О.Е. Гайбарян и Ю.Д. Нечипоренко [4; 5].

«Это были длительные, почти бесконечные годы моей жизни, наполненные безмолвным роением бредовых видений, в которых скрещивались коридоры, ведущие неизвестно куда, вертикальные колодцы, похожие на узкие пропасти, экзотические деревья и далекое побережье южного моря, черные реки, текущие во сне, и непрерывная смена разных людей, то мужчин, то женщин, смысл появления которых неизменно ускользал от моего понимания, но которые были неотделимы от моего собственного существования. И почти каждый день я ощущал эту отвлеченную душевную усталость, которая была результатом многообразного и неотступного безумия, странным образом не задевавшего ни моего здоровья, ни моих способностей и не мешавшего мне сдавать в свое время очередной экзамен или отчетливо запоминать последовательность университетских лекций. Иногда вдруг этот бесшумный поток прекращался без того, чтобы какой бы то ни было признак указывал мне, что это вот-вот случится; и тогда я жил беспечно и бездумно, с наслаждением вбирая в себя зимний и влажный воздух парижской улицы и ощущая с животной силой восприятия вкус мяса, которое я ел в ресторане, разрывая жадными зубами его сочные кусочки» – живейшее, прочувствованное описание, где рефлексия позволяет читателю проникнуться ощущениями героя, соотнести его и свою личность [6, с. 9]. Можно говорить о том, что Газданов – один из первых писателей XX века, сознательно использовавший элемент опосредованного сотворчества писателя и читателя, при котором сознание читателя активно включается в творческий процесс, генерируя собственное развитие сюжета и вероятностных интерпретаций [7]. Во многом Газданов предвосхищает появление современных произведений, создаваемых в сети Интернет при непосредственном участии значительного числа читателей, выступающих как активное начало, как соавторы отдельных эпизодов, сюжетных линий, элементов художественной обработки повествования.

Вторым коммуникативным уровнем является уровень взаимодействия между героем-рассказчиком и иными персонажами произведения [8]. Здесь нужно выделить, по меньшей мере, три дополнительных уровня коммуникации. Дело в том, что виртуализация личности главного героя в произведениях больших форм

Газданова достигает значительных величин. Анализируя такие произведения, как «Вечер у Клэр», «Призрак Александра Вольфа», «Возвращение Будды», мы можем видеть внутренний полилог между главным героем в разные периоды времени. Мы видим, что повзрослевший главный герой вступает в опосредованную полемику с самим собой, находящимся в более молодом возрасте, или эта полемика возникает между виртуальными личностями главного героя до и после определенных значимых событий в его жизни. Нужно отметить, что автор оформляет эту коммуникацию именно как двусторонний процесс, показывающий развитие личности главного героя, изменение его духовного и эмоционального статуса [9].

Второй подуровень – коммуникация между главным действующим лицом и его двойниками и антагонистами. Важно отметить, что Газданов прибегает к такому элементу психологизма, уже использовавшемуся Ф.М. Достоевским, Н.С. Лесковым и др., как создание альтер эго персонажа, наделенного перфекционистскими или негативистскими чертами. Тем не менее, в отличие от внутренней коммуникации с собственной личностью, здесь формально выражена коммуникация между разными личностями, совпадающими лишь в плане духовного содержания, но не в личностной дубликации, как об этом говорит Ф. Геблер [10].

Третий коммуникативный подуровень – коммуникация с второстепенными персонажами. Здесь автор следует принципам реализма и психологизма, рисуя языковые личности типичных представителей социума, с которыми взаимодействует главный герой, обладающий собственной языковой культурой [4; 11; 12].

Главной особенностью газдановского творчества, с точки зрения лингвистики, является его полифония [10]. Каждый персонаж произведений этого автора обладает уникальной речевой культурой, отличающейся от проявлений речемыслительной деятельности других героев. Языковая личность Гайто Ивановича предстает здесь как совокупность языковых личностей полилингвистического социума, составляющих многоструктурную лингвистическую картину мира. Это подтверждает мнение академика В.В. Виноградова, профессора В.Г. Винокура и других ученых о том, что языковая личность человека сочетает в себе черты всего лингво-социума, которые сохраняются в пассиве речемыслительной базы индивида и проявляются по мере необходимости в конкретных коммуникативных ситуациях [13–15]. Таким образом, способность индивида к восприятию и воспроизведению специфических лингвистических явлений напрямую зависит от его лингвокоммуникативного опыта [16]. Способность писателя воспроизводить различные типы лингвистических личностей оказывается не только проявлением его индивидуального таланта, но и результатом изучения лингвистической картины мира и сознательного моделирования различных лингвокоммуникативных ситуаций и лингвосубъектов в целом.

На уровне коммуникации с читателем Газданов сознательно интерполирует языковую картину окружающего мира, действительности, специфицированную временными, географическими и социальными маркерами (лингвосоциум русской эмиграции первой трети XX века), формируя искусственную коммуникационную

среду, подчиненную авторскому замыслу и конкретному плану [12; 16]. Следует отметить, что в современной прозе наблюдается антагонистический процесс: авторы тяготеют к моделированию среды естественной коммуникации, формируемой в значительной степени случайно, в процессе творческого взаимодействия с читателем и текстом, опосредованном (через отклики и написание переработанных «версий») или непосредственным (при контакте с читательской аудиторией в сети Интернет).

На коммуникативном уровне герой-рассказчик Газданов моделирует языковую личность, обладающую специфическими языковыми чертами, изменяющимися в процессе коммуникации. По Газданову, прогресс развития речемыслительной деятельности сугубо функционален и зависит от жизненного, лингвистического и философского опыта человека. Так, герой-рассказчик романа «Вечер у Клэр» предстает перед нами в виде дуалистической личности, находящейся в процессе взросления и постижения сути бытия. Читатель может наблюдать значительную возрастную спецификацию, при которой рассказчик-юноша обладает более эмоциональной, более отрывистой речью с преобладанием оценочно-выразительной лексики, тогда как повзрослевший герой использует в большей степени нейтральную и рассудочную лексику, строит более сложные синтаксические конструкции.

Например, зрелый герой-рассказчик: «Я думал о Клэр, о вечерах, которые я проводил у нее, и постепенно стал вспоминать все, что им предшествовало; и невозможность понять и выразить все это была мне тягостна. В тот вечер мне казалось более очевидно, чем всегда, что никакими усилиями я не могу вдруг охватить и почувствовать ту бесконечную последовательность мыслей, впечатлений и ощущений, совокупность которых возникает в моей памяти как ряд теней, отраженных в смутном и жидком зеркале позднего воображения». А здесь мы видим юношу: «– Уж не к добровольцам ли ты собрался? – спросил он. И когда я ответил, что к добровольцам, он посмотрел на меня с еще большим изумлением.

– Что ты делаешь, ты с ума сошел? Оставайся здесь, добровольцы отступают, через две недели наши будут в городе.

– Нет, я уж решил ехать.

– Какой ты чудака. Ведь потом ты сам будешь жалеть об этом.

– Нет, я все-таки поеду.

Он крепко пожал мне руку.

– Ну, желаю тебе не разочароваться.

– Спасибо, я думаю, не придется.

– Ты веришь в то, что добровольцы победят?

– Нет, совсем не верю, потому и разочаровываться не буду» [17, с. 31].

Такие диалоги характерны для всего периода юности главного героя. Короткие, сдержанные реплики, сухое изложение текста. Позднее, повзрослевший «Я» (Николенька) будет излагать совершенно иначе.

Газданов сталкивает между собою проявления речемыслительной деятельности обоих психотипов и демонстрирует процесс развития личности персонажа, изменение его восприятия, оценки одних и тех же событий не только на содержательном, но и на лингвистическом уровне.

Аналогичная картина наблюдается во взаимодействии главного героя и его альтер эго. Лингвистическая личность альтер эго во многом отлична от личности героя-рассказчика, но при этом сохраняется параллелизм в столкновении речемыслительной деятельности главного действующего лица и его оппонента. Например, в начале романа «Возвращение Будды» Г. Газданов наращивает, усиливает впечатление нарочитым повтором личного местоимения в сочетании с глаголом «умер»: «Я умер, – я долго искал слов, которыми я мог бы описать это, и, убедившись, что ни одно из понятий, которые я знал и которыми привык оперировать, не определяло этого, и то, которое казалось мне наименее неточным, было связано именно с областью смерти, – я умер в июне месяце, ночью, в одно из первых лет моего пребывания за границей. Это было, однако, не более непостижимо, чем то, что я был единственным человеком, знавшим об этой смерти, и единственным ее свидетелем» [6, с. 3]. Формирование образа мертвого человека создает общий фон романа, настраивает читателя на необходимый лад. Более того, в романе «Призрак Александра Вольфа» можно наблюдать, как по мере развития действия и изменения личности главного героя изменяется лингвистическая личность его антагониста: словарь Вольфа беднеет, стилистическое оформление речи упрощается, проявляется тяготение к шаблону, повторению тех же слов и конструкций. Таким способом автор на лингвистическом уровне решает проблему «смерти», ухода «призрака» из жизни главного героя [18; 19].

Гайто Газданов рисует точную картину эмигрантской жизни 20-х–30-х годов, формируя пеструю лингвистическую картину мира. Учтявая, что социальный и национальный состав персонажей достаточно разнообразен, а их речь дается то в авторской интерпретации, то как прямое цитирование – в зависимости от коммуникативной ситуации и авторского замысла, читатель воспринимает художественное пространство не как опосредованный, а как внедренный, участвующий субъект. Автор дает возможность читателю воочию воспринять картину эмигрантской жизни. Автор рассчитывает как на рассудочное, так и на эмоциональное, внесознательное восприятие: «*как давно и безнадежно я живу за границей*» (Г. Газданов «Гавайские гитары») [20, с. 42].

Исследователи газдановского творчества отмечают, что идиолект Газданова во многом архаичен и соответствует идиолекту языка русской литературы конца XIX – начала XX века, стильно контрастируя с языком литературы СССР того же периода, в котором создаются произведения Г. Газданова, как об этом говорит, например, Ю.В. Бабичева [21]. Нам представляется, что этот процесс естественен, и о тенденциях к архаизации языка говорить не приходится. Анализ языковой личности автора говорит о том, что процессы развития языка ничуть не приостановились и продолжились осуществляться, но шли на ином формально-содержательном уровне, нежели аналогичные процессы в большей части России. Феномен тяготения языка социо-географических анклавов к изоляционизму изучен достаточно хорошо. Такие языки показывают меньшую степень модуляции во внешнем проявлении, но значительно развиваются на содержательном уровне. Их архаичность

и консерватизм обуславливаются в первую очередь малым количеством носителей и спецификацией среды, в которой носители языка вынуждены сохранять свою культурно-лингвистическую идентичность. Изучение русинского языка, идиолектов казаков-некрасовцев, периферийных языков тюркоязычного населения Китая и т. д. демонстрирует аналогичные процессы, которые были характерны для языка эмигрантской литературы. Таким образом, при некотором формальном консерватизме язык газдановской прозы сохраняет свою живую и непосредственную природу и демонстрирует вариант того литературного языка, который мог бы развиваться на основной территории России в иных социо-исторических условиях [22]. Важно отметить, что язык газдановской прозы и эмигрантской литературы в целом развивается естественным путем, тогда как русский литературный язык основной части России испытал значительные направленные изменения, связанные с модификацией представлений о сущности и задачах языка и литературы. Не секрет, что формирование лингвистической личности во многом зависит от текстовой среды, окружающей личность человека. В 30-е–60-е годы XX века эта среда формировалась исключительно на основе специально созданных текстов, отличающихся от текстов, выполненных в стиле литературы начала века, следующими факторами:

– новая литературная норма, как содержательная, так и стилистическая;

использование элементов, относившихся к разговорному стилю языка социально-идеологическим идиолектам, – в качестве нейтральных и литературных;

– значительное влияние технического прогресса, обусловившее как изменения словарного запаса, так и тяготение к специфическому построению текстов, отличавшихся большей логизацией и лаконизмом;

– использование нехарактерных для прежней литературной традиции элементов сниженного и эпатажного характера.

Все эти аспекты обусловили видимую разницу между языком эмигрантской литературы и языком литературы СССР, но никоим образом не отменили естественности развития языка литературы русского зарубежья.

Таким образом, языковая личность Гайто Газданова отличается полифонией, способностью к моделированию различных лингвосубъектов, сознательному взаимодействию с языковыми личностями в коммуникативном пространстве, способностью формировать это пространство и достигать коммуникативной цели различным путем. Язык Гайто Газданова отличает естественность, разнообразие и осознанность использования полного лингвоинструментария в процессе коммуникации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морковкин В.В. Антропоцентрический versus лингвоцентрический подход к лексикографированию // Национальная специфика языка и ее отражение в нормативном словаре. М.: Наука, 1988. С. 131–138.
2. Котгорова М.П. Языковая личность // Стилистический энциклопедический словарь русского языка. 2-е изд. М.: Флинта, 2006. С. 660–661.

3. Караулов Ю.Н. Русская языковая личность и задачи ее изучения // Язык и личность. М.: Наука, 1989. С. 3–15.
4. Гайбарян О.Е. Парадокс в художественной системе Г. Газданова // Альманах современной науки и образования. 2007. № 3-2. С. 42–45.
5. Нечипоренко Ю.Д. Сакральное и профанное в жизни и творчестве Г. Газданова // Дарьял. 2003. № 3. С. 124–140.
6. Газданов Г. Собрание сочинений. В 3 т. Т. 2. М.: Согласие, 1996. 800 с.
7. Каменева К.Д. «Свое» и «чужое» в культуре русской эмиграции «поколения полутора»: на примере творчества Г. Газданова : автореф. дис. ... канд. филол. наук. М., 2001. 178 с.
8. Карасик В.И. Языковые ключи. М.: Гнозис, 2009. 406 с.
9. Гёблер Ф. Время и воспоминание в романе Гайто Газданова «Вечер у Клэр» // Литература. 2001. № 45. С. 3–9.
10. Нечипоренко Ю.Д. Мистерия Газданова // Вестник института цивилизации. 1999. Вып. 2. С. 35–40.
11. Карасик В.И. Языковой круг: личность, концепты, дискурс. М.: Гнозис, 2004. 390 с.
12. Бушлакова Т.П. Литература русского зарубежья. М.: Высш. шк., 2005. 365 с.
13. Агеносов В.В. Литература русского зарубежья (1918–1996). М.: Терра, 1998. 543 с.
14. Виноградов В.В. О языке художественной литературы. М.: Гослитиздат, 1959. 654 с.
15. Винокур Т.Г. Говорящий и слушающий: варианты речевого поведения. 2-е изд. М.: URSS, 2005. 172 с.
16. Воркачев С.Г. Лингвокультурология, языковая личность, концепт: становление антропоцентрической парадигмы в языкознании // Филологические науки. 2001. № 1. С. 64–72.
17. Газданов Г. Собрание сочинений. В 3 т. Т. 1. М.: Согласие, 1996. 720 с.
18. Гаретто Э. Мемуары и тема памяти в литературе русского зарубежья. URL: [ruthenia.ru/reprint/blok\\_xiii/garetto.pdf](http://ruthenia.ru/reprint/blok_xiii/garetto.pdf).
19. Джемс У. Научные основы психологии. Минск: Харвест, 2003. 527 с.
20. Газданов Г. Собрание сочинений. В 5 т. Т. 1. М.: Эллис Лак, 2009. 733 с.
21. Бабичева Ю.В. Автобиографическая трилогия Гайто Газданова, или история загадочной болезни // Дарьял. 2003. № 3. С. 45–47.
22. Долженков В.Н. Роль пресуппозиции при словесном обозначении оценки речевого поведения в диалоге // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2015. № 2-2. С. 81–84.

#### REFERENCES

1. Morkovkin V.V. Anthropocentric versus linguo-centric approach to lexicography. *Natsionalnaya spetsifika yazyka i ee otrazhenie v normativnom slovare*. Moscow, Nauka Publ., 1988, pp. 131–138.
2. Kotyurova M.P. Linguistic persona. *Stilisticheskiy entsiklopedicheskiy slovar russkogo yazyka*. 2nd ed. Moscow, Flinta Publ., 2006, pp. 660–661.

3. Karaulov Yu.N. Russian linguistic persona and challenges of its study. *Yazyk i lichnost*. Moscow, Nauka Publ., 1989, pp. 3–15.
4. Gaybaryan O.E. Paradox in artistic system of G. Gazdanov. *Almanakh sovremennoy nauki i obrazovaniya*, 2007, no. 3-2, pp. 42–45.
5. Nechiporenko Yu.D. Sacral and secular in life and work of G. Gazdanov. *Daryal*, 2003, no. 3, pp. 124–140.
6. Gazdanov G. *Sobranie sochineniy, v 3 t.* [Collected works, in 3 vol.]. Moscow, Soglasie Publ., 1996. Vol. 2, 800 p.
7. Kameneva K.D. “Svoe” i “chuzhoe” v culture russkoy emigratsii “pokoleniya polutora”: na primere tvorchestva G. Gazdanova. Avtoref. diss. kand. filol. nauk [“Self” and “non self” in culture of Russian emigration of “one and a half generation”: on the example of works of G. Gazdanov]. Moscow, 2001. 178 p.
8. Karasik V.I. *Yazykovye klyuchi* [Language keys]. Moscow, Gnozis Publ., 2009. 406 p.
9. Gebler F. Time and remembrance in the novel “Evening at Clair” of Gaito Gazdanov. *Literatura*, 2001, no. 45, pp. 3–9.
10. Nechiporenko Yu.D. Gazdanov’s mystery. *Vestnik instituta tsivilizatsii*, 1999, no. 2, pp. 35–40.
11. Karasik V.I. *Yazykovoy krug: lichnost, kontsepty, diskurs* [Language circle: personality, concepts, discourse]. Moscow, Gnozis Publ., 2004. 390 p.
12. Buslakova T.P. *Literatura russkogo zarubezhya* [Russian Émigré Literature]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2005. 365 p.
13. Agenosov V.V. *Literatura russkogo zarubezhya (1918–1996)* [Russian Émigré Literature (1918–1996)]. Moscow, Terra Publ., 1998. 543 p.
14. Vinogradova V.V. *O yazyke khudozhestvennoy literatury* [On the language of fiction]. Moscow, Goslitizdat Publ., 1959. 654 p.
15. Vinokur T.G. *Govoryashchiy i slushayushchiy: varianty rechevogo povedeniya* [Speaker and listener: variants of verbal behavior]. 2nd ed. Moscow, URSS Publ., 2005. 172 p.
16. Vorkachev S.G. Cultural linguistics, linguistic persona, concept: formation of anthropocentric paradigm in linguistics. *Filologicheskie nauki*, 2001, no. 1, pp. 64–72.
17. Gazdanov G. *Sobranie sochineniy, v 3 t.* [Collected works, in 3 vol.]. Moscow, Soglasie Publ., 1996. Vol. 1, 720 p.
18. Garetto E. *Memuary i tema pamyati v literature russkogo zarubezhya* [Memoires and memory theme in literature of Russian émigré community]. URL: [ruthenia.ru/reprint/blok\\_xiii/garetto.pdf](http://ruthenia.ru/reprint/blok_xiii/garetto.pdf).
19. James W. *Nauchye osnovy psikhologii* [Scientific basis of psychology]. Minsk, Kharvest Publ., 2003. 527 p.
20. Gazdanov G. *Sobranie sochineniy, v 5 t.* [Collected works, in 5 vol.]. Moscow, Ellis Lak Publ., 2009. Vol. 1, 733 p.
21. Babicheva Yu.V. Autobiographic trilogy of Gaito Gazdanov, or History of mystery disease. *Daryal*, 2003, no. 3, pp. 45–47.
22. Dolzhenkov V.N. Role of presupposition under verbal evaluation of verbal behavior in a dialogue. *Filologicheskie nauki. Voprosy teorii i praktiki*, 2015, no. 2-2, pp. 81–84.

#### TO THE ISSUE OF COMMUNICATIVE FEATURES OF LINGUISTIC PERSONA IN THE WORKS OF G. GAZDANOV

© 2016

**O.E. Gaibaryan**, PhD (Philology), Associate Professor,  
assistant professor of Chair “Theory and history of world literature”  
*Southern Federal University, Rostov-on-Don (Russia)*  
**G.I. Myasishchev**, teaching and learning specialist  
*Rostov State University of Civil Engineering, Rostov-on-Don (Russia)*

**Keywords:** linguistic persona; G. Gazdanov; communicative features of linguistic persona; author’s linguistic persona; literary character linguistic persona; literature of Russian émigré community.

**Abstract:** The paper covers the analysis of the communicative features of G. Gazdanov’s prose from the perspective of representation of the author’s linguistic persona. Based on the analysis of G. Gazdanov’s texts, the paper studies different levels of communication that occur between the author and the reader, as well as between the characters acting as the interpretation of oral activity of the society representatives by the author’s consciousness. The problems of studying the linguistic phenomena of the Russian émigré community as the isolated enclave’s language are of absolute interest in modern linguistics. The authors consider the dualistic nature of the central character of G. Gazdanov’s works and his linguistic realization and analyze the author’s tools consolidating the linguistic picture of the world and the man in the works of G. Gazdanov. The paper presents the methods of the author’s impact on the reader through the application of various psychological and linguistic means. The author’s language is analyzed as the specific linguistic structure, the genesis of which is considered in the context of the unity of mental and emotional development of the author, the character and the reader interacting with the text. The study of deep nature of the human consciousness, his motives and the principles of the individuals’ interaction within the society are considered the main communicative purpose of the author’s text. The authors consider the linguistic features of G. Gazdanov’s texts, their distinctive features distinguishing the author’s language between the number of other linguistic phenomena. The authors pay special attention to the typological characteristic of the level communicative interaction of the author, the characters, and the readers, highlight the specific features of each level and give its typological description. The authors’ analysis is supported by the examples from the texts of G. Gazdanov’s works illustrating the line of reasoning, as well as by the involvement of wide research base. The analysis allows making some conclusions concerning the special aspects of development not only of the language of a particular author but the language of Russian literature in the second third of the twentieth century in the whole.

## КОНЦЕПТ КИТАЯ В РУССКОЙ И АНГЛИЙСКОЙ ЯЗЫКОВЫХ КАРТИНАХ МИРА (ЭТИМОЛОГИЯ, СЛОВООБРАЗОВАНИЕ И ФРАЗЕОЛОГИЗМЫ)

© 2016

*Н. Дань*, аспирант кафедры «Языкознание, русская филология, литературное и журналистское мастерство»  
Пятигорский государственный лингвистический университет, Пятигорск (Россия)

**Ключевые слова:** когнитивная лингвистика; концептосфера; концепт «Китай»/«China»; образ Китая; языковая картина мира; сопоставительно-сравнительное языкознание; проблема ассимиляции; фразеология.

**Аннотация:** В последние десятилетия в связи с глобализационными процессами образы стран, в том числе Китая, становятся предметом исследования в разных областях гуманитарных наук. Особое значение приобретают этнокультурные составляющие русско-китайских отношений. Однако данная проблема в рамках языковой картины мира недостаточно изучена. Она возникает в процессе взаимодействия мышления, действительности и языка и оказывает влияние на результаты мыслительно-языковой деятельности. В лингвистической сфере мы будем использовать вместо понятия «образ» термин «концепт». Представленная работа посвящена сравнительно-сопоставительному исследованию особенностей функционирования концепта «Китай» в русской и английской языковых картинах мира. В статье рассмотрены процессы ассимиляции значения топонима «Китай»/«China», проведен сопоставительный семантический анализ собранных производных от данного концепта лексем, собраны устойчивые выражения с указанными лексемами в обоих языках, описаны их значения и этимология, обобщено содержание концепта Китая на основе русских и английских фразеологических оборотов. Материалы для наблюдения и анализа взяты из «Нового словаря русского языка» Т.Ф. Ефремовой (2000 г.) и различных англо-русских и фразеологических словарей последних лет. Все приведенные примеры получены из Национального корпуса русского языка и Британского национального корпуса, что показывает реальное использование данных языковых единиц. Исследование подтверждает, что в зависимости от различных исторических факторов и причин функционирования отдельных лексем, фразеологических единиц и свободных словосочетаний из концептосферы «Китай» в русской и английской языковых картинах мира значительно отличается и требует дальнейшего изучения, отчего данная проблема является актуальной.

В связи с глобализационными процессами в последние десятилетия особое внимание уделяется изучению образов стран, особенно тех, которые играют существенную роль в мировой политике и экономике. «Образ страны – совокупность предустановок и представлений о стране, сформировавшихся в сознании людей других культур в результате тех или иных акций ее субъектов, взаимодействующих с внешним миром» [1, с. 82]. В настоящее время Китай является одной из самых крупных и интенсивно развивающихся стран. КНР как постоянный член Совета Безопасности ООН оказывает большое влияние на международную политику.

Образ Китая становится предметом исследования в разных областях науки с недавнего времени, около 15 лет назад: обобщается образ Китая в русских литературных произведениях [2], анализируется образ Китая в западных странах, России, Японии, Индии и южно-восточной Азии с культурологической точки зрения [3]. Пространство изучения расширено до Африки и арабских стран в сериях монографий под общим проектом «Образ Китая в мире» с включением как объекта исследования исторических документов и философских учений [4].

Данной проблематике посвящаются работы российских исследователей [5; 6], изучающих образ Китая с культурологической, религиозной, геополитической, педагогической и многих других сторон (И.А. Дябкин, А.Ю. Дрознов, Е.В. Кожевникова и т. д.); защищаются также диссертации о роли России и Китая в межкультурной коммуникации, об образе Китая в письменных свидетельствах российских путешественников и дипломатов XVII – начала XX вв., о концепте Китая в русском обыденном языковом сознании и др.

Однако недостаточно рассмотрен образ Китая с лингвистических позиций, т. е. в языковой картине мира, которая в последние годы становится одной из самых популярных тем языкознания [7], так как каждый естественный язык отражает определенный способ восприятия мира, выражает взгляды и мысли об окружающей действительности в виде информации и влияет на мышление носителей языка на подсознательном уровне [8, с. 28]. Языковая картина мира, формируясь в результате взаимодействия мышления, действительности и языка как средства выражения мыслей о мире в коммуникации, является неизбежным продуктом мыслительно-языковой деятельности [9].

Для разграничения культурологического и лингвистического аспектов осмысления образа страны мы предлагаем использовать термин «концепт», все чаще употребляемый в науке о языке в XXI веке.

Целью данной работы является анализ и сравнение с этимологической, словообразовательной и семантической сторон концепта Китая в русской и английской языковых картинах мира. Объектом исследования служат процессы ассимиляции топонима «Китай»/«China», производные от него лексем, словосочетания и устойчивые выражения.

Представление о любой стране дает прежде всего ее название. Языковая картина мира «фиксирует восприятие, осмысление и понимание мира конкретным этносом не на современном этапе его развития, а на этапе формирования языка, т. е. на этапе его первичного, наивного, донаучного познания мира» [10, с. 15]. Чтобы описать концепт Китая в русском и английском языках, необходимо рассмотреть исторический процесс ассимиляции слов «Китай»/«China».

Русская номинация «Китай» происходит от названия кочевых монгольских племен Кидани (на их языке оно звучит как «Китай») [5, с. 33; 11, с. 231], которые располагались на территории сегодняшней Монголии и Северного Китая в V веке и особенно укрепились при династии Тан (618–907 гг.). В феврале 907 года каганом всех Киданей становится Елюй Амбагай, он объявляет себя императором и начинает объединение страны. В 916 году он создает Киданьскую империю, которая позже переименована в «Ляо». Через 30 лет сын Елюй Яогу достигает поставленных отцом целей и осуществляет объединение всех Киданьских регионов [11, с. 231]. В то же время династия Тан теряет большую часть земли и распадается, на ее территории появляются мелкие государства. В китайской истории начинается период «Пяти династий и десяти государств».

Киданьские правители поддерживают кочевой образ жизни, т. е. все важные вопросы могут решаться не только в столице, но и в разных резиденциях в зависимости от сезона. Однако они никогда не пытаются менять или уничтожать культуру и традиции других народов, наоборот, начинают отмечать их праздники и заниматься сельским хозяйством. В иерархической системе государственного управления используется талант других наций, благодаря чему Кидани долго контролировали север Китая (916–1125 гг.) [12, с. 218, 219].

В начале XII века территорию постепенно захватывают монголы, совершается этническая ассимиляция части Киданьского народа. В 1206 году создается Монгольская империя, занимающая земли сегодняшних Северного Китая, Монголии и Восточной Европы. Батый продолжает расширять границу, покоряет Киевскую Русь и Польскую империю, основывает Золотую Орду, входящую в состав Монгольской империи.

Почти два с половиной века Русь находилась в вассальной зависимости от Золотой Орды. Монголы пополняют древнерусский язык многими новыми словами, в том числе и названием «Китай», обозначающим северную часть сегодняшней китайской территории [5, с. 33, 34] и позже превратившимся в русское «Китай», несмотря на то что во время и после Золотой Орды данные племена уже не существуют. По словообразовательным правилам в русском языке появляется экзотоним «китайцы», который не совпадает с эндоэтнонимом (самоназванием) «хань» или «ханьцы».

Данная номинация начинает распространяться также в европейских языках. Используя преимущество того, что Великий шелковый путь первый и последний раз в истории находится под контролем одного единого государства, европейские купцы отправляются путешествовать в среднюю и дальнюю Азию. Вернувшись на родину, они впервые раскрывают местным жителям загадку Востока и, имея в виду сегодняшний Северный Китай, применяют англоязычную версию слова «Cathay», которое и в настоящее время часто встречается в названиях марки или литературных произведениях, обозначая «Китай» [5, с. 33, 34], например, авиакомпания «Cathay Pacific». В Британском национальном корпусе (URL: <http://www.natcorp.ox.ac.uk>) по слову «Cathay» найдено 56 результатов, например:

*At the tip of the Dark Continent the Fortress of the Dawn was built to refit the fleets and protect the trade routes to*

*Cathay [High elves. King, Bill and Chambers, Andy. Nottingham: Games Workshop, 1993, pp. 4–81].*

Однако в английском языке более распространенным вариантом для обозначения Китая выступает слово «China», возникшее гораздо позже – в XVI веке. В конце XV века экономика Европы быстро развивается, объем производства превышает внутреннюю потребность, появляется необходимость открывать новые рынки за рубежом. Португальские купцы первыми приплывают в Индостан и создают на полуострове базу для торговли, за ними приезжают испанцы, англичане и голландцы, которые в процессе межкультурного конфликта и коммуникации узнают от местных жителей о соседней стране, название которой закреплено еще в великой древней индийской поэзии «Махабхарата». Произведение написано на санскрите в IV веке, в нем Китай номинируется как «cinasthana» или «mahacinasthana», в котором «maha» обозначает «большой», «sthana» – страна, а «cina», по мнению большинства ученых, является транскрипцией названия династии Цинь (221–207 гг. до н. э.), создавшей первое единое и мощное централизованное феодальное государство в истории Китая. По историческим данным, династия Цинь постоянно развязывает войны и побеждает соседние народы. В «Махабхарате» зафиксировано, что страна «cinasthana» также отправляет армию на битву на Курукшетре [13].

Существует другое мнение: что название династии, иероглиф Цинь, в свое время по-другому произносилось, а «Махабхарата» была создана еще до появления данной династии. На санскрите слово «cina» первоначально имело значение «мудрость, ловкость» [14]. Как бы ни возникло слово «cina», оно входит в английский и другие европейские языки благодаря индусам в XVI веке. После орфографической реформы в XVIII веке слово приобретает сегодняшний вид «China».

Различные способы и варианты заимствования объясняют, почему в современных русском и английском языках отличаются значения слов «Китай»/«China». В русском языке лексема «Китай» является сокращенным названием страны в Средней и Восточной Азии «Китайская Народная Республика», и первая буква всегда заглавная. С морфологической точки зрения слово относится к мужскому роду и склоняется. Об этом свидетельствуют примеры из Национального корпуса русского языка (URL: <http://www.ruscorpora.ru/>):

*И конечно же, весь мир надеялся на трудолюбивый **Китай** [Юля Ефимова. Пшеница – хит сезона на продовольственном рынке (2002) // «Финансовая Россия», 19.09.2002].*

*Культура **Китая** – древняя и одна из самых многогранных [Клиника традиционной китайской медицины «ТАО» // «Огонек», 2014].*

*– Был по работе в **Китае**, ездил на выставки в Европу, в конце года летал в Новосибирск, Екатеринбург, Киев несколько раз [На том стоим (2002) // «Домовой», 2002.02.04].*

В приведенных предложениях слово употреблено в именительном, родительном и предложном падежах. По контексту можно отметить, что название любой страны, кроме географического расположения (например, по работе в Китае), обозначает ее народ (трудолюбивый Китай) и цивилизацию (культура Китая).

Длительный процесс ассимиляции названия страны дает возможность в русском языке образовать на основе языковых правил новые слова с различными грамматическими и семантическими значениями. В «Новом словаре русского языка» [15] собраны такие однокоренные слова, как:

*Китайский*, прил. 1. Относящийся к Китаю, китайцам, связанный с ними. 2. Свойственный китайцам, характерный для них и для Китая. 3. Принадлежащий Китаю, китайцам. 4. Созданный, выведенный и т. п. в Китае или китайцами. С помощью данного слова образуются новые названия тех предметов, которые впервые появились в Китае, например, китайская тушь (краска для каллиграфии и рисования), китайские тени (форма визуального искусства), китайская гвоздика (вид многолетних травянистых растений рода Гвоздика) и т. п.

*Китаец, китаянка*, м./ж. 1. Народ сино-тибетской этноязыковой семьи. 2. Представитель этого народа.

*Китаеведение, китаистика*, ср./ж. Совокупность научных дисциплин, изучающих Китай, его историю, экономику, политику, философию, языки, литературу, культуру; синология.

*Китаевед, китаист*, м. Специалист в области китаеведения.

*Китайка*, ж. 1. Старинная шелковая ткань, ввозившаяся в Россию из Китая. отг. разг. Изделия из такой ткани. 2. Плотная хлопчатобумажная ткань, обычно синего цвета, из которой шили верхнюю одежду. отг. разг. Изделия из такой ткани. 3. Морозоустойчивый вид яблони с мелкими плодами. 4. Плод такой яблони.

Не трудно догадаться, что в данном случае наименование таких вещей давали по месту происхождения. Следует отметить, что в некоторых регионах России слово «китайка» часто употребляется еще в смысле «китайка».

*Китайчатый, китаечный*, прил. 1. Соотн. с сущ. китайка (1, 2), связанный с ним. 2. Свойственный китайке (1, 2), характерный для нее. 3. Сшитый из китайки (1, 2).

*Китайчонок*, м. разг. Ребенок-китаец.

В последние годы рождаются неологизмы и выражения, которые в словари еще не входят, но уже употребляются в литературе и бытовой речи. Среди них с корнем «*кита(й)*» оказываются такие слова, как «*китаёза*» (вульгарное и презрительное обращение к китайцам) и «*китайщина*» (шинуазри, использование мотивов и стилистических приемов средневекового китайского искусства в европейской живописи, декоративно-прикладном искусстве, costume, в оформлении садово-парковых ансамблей XVIII века). В Национальном корпусе русского языка также можно найти их примеры:

– На кожу *китаеза* клюнул, ха-ха. Я таких *насквозь вижу, недаром меня в Петербурге учеником Савинкова называли* [К.С. Бадигин. *Секрет государственной важности* (1974)].

У студенток брошена давно вся эта средневековая *китайщина*. [И.Е. Репин. *Далекое близкое* (1912–1917)].

Таблица 1 подтверждает, что количество производных слов небольшое. Из тринадцати перечисленных слов десять (77 %) относится к именам существительным. Для одного и того же значения фразы «изучение

китайского языка и культуры» существует несколько однокоренных слов, что подчеркивает интерес русского народа к изучению и постижению загадочной соседней страны.

Таблица 1. Словообразовательное гнездо от производной основы «Китай»

Имя существительное	Имя прилагательное
кита-ец	
кита-ян-к-а	
кита-е-вед-ени-е	
кита-ист-ик-а	
кита-е-вед	китай-ск-ий
кита-ист	китай-ч-ат-ый
китай-к-а	кита-еч-н-ый
китай-чонок	
кита-ёз-а	
китай-щин-а	

Появляется также обрусевшая приставка латинского происхождения «*син(о)-*», с помощью которой образуются другие более сложные слова, например, *синология* (*синолог*), *сино-тибетский*, *сино-кавказский*, *синантроп* и т. д.

В английском языке, в отличие от русского, лексема «China» может быть не только существительным, но и прилагательным, как многие другие слова; она имеет несколько значений. В «Большом универсальном англо-русском словаре» [16] приведены следующие данные:

*China. I. 1) сущ.; геогр. Китай; 2) прил. китайский.*

*II. 1) сущ. а) фарфор; б) фарфоровые изделия; 2) прил. фарфоровый.*

Когда слово употребляется в первом значении, как название страны или присущие ей свойства, первая буква заглавная, как и в русском языке. Однако в процессе ассимиляции в английском языке оно приобретает новое толкование – фарфор и соответствующее данному значению прилагательное является характерным только для английского языка. Именно это и совпадает с образом «Поднебесной», для англоговорящего народа первое представление о данной стране заключается непосредственно во всяких фарфоровых изделиях, так как в средневековье самые популярные товары из Китая были чай, шелк и фарфор. Такой смысл слова «china» является на самом деле сокращенной формой слова «chinaware», получившего распространение после массового «десанта» англичан на китайскую территорию в XVI веке. В настоящее время «chinaware» обозначает фаянсовую посуду и украшения, произведенные в Китае. Кроме «chinaware», образуются также другие однокоренные слова, как:

*China-closet*, сущ. Буфет [17, с. 162].

*Chinagraph*, сущ. Маркер [17, с. 162].

*Chinaman*, сущ. 1) пренебр. Китаец, китаеза; 2) торговец фарфоровыми изделиями [16].

*Chinawoman*, сущ.; пренебр. Китаянка [16].

*Chinee*, сущ.; разг. Китаец [16].

*Chinatown*, сущ. Китайский квартал (в некитайском городе) [16].

*Chinese. I. сущ. 1) Китаец, китаянка; (the Chinese) употр. с гл. во мн. китайцы. 2) Китайский язык.*

3) брит.; разг. Блюдо китайской кухни; китайский ресторан.

П. прил. китайский [16]. Как и в русском языке, с помощью данного прилагательного образуются наименования предметов, появившихся сначала в Китае, например, Chinese lantern (китайский бумажный фонарик; физалис), Chinese leaves (или Chinese cabbage, китайская или пекинская капуста, пак-чой), Chinese gooseberry (дерево киви; киви как плод этого дерева) и др.

*Chink*, сущ.; презр.; амер. Китаец [16].

*Chinologist*, сущ. Китаевед [17, с. 162].

Следует заметить, что в английском языке существует несколько слов, обозначающих китайцев, с разными стилистическими оттенками, а конкретнее, многие из них относятся к разговорному стилю (*chinee*) или пренебрежительному обращению (*chinaman, chinawoman, chink*). На этой основе можно предположить, что у англоговорящего народа, особенно у американцев, впечатление о Китае отрицательное.

Чтобы получить полное представление о концепте «Китай» в русской и английской языковых картинах мира, необходимо проанализировать не только парадигматические связи лексемы «Китай», однокоренные слова, устойчивые сочетания, но и пословицы, поговорки и фразеологизмы, которые нередко отражают культурную коннотацию феноменов. В разных источниках обнаружены следующие фразеологические обороты с лексемой «Китай» или производными словами.

*Китайская грамота*, разг. О чем-л. недоступном пониманию, совершенно непонятном, незнакомом [18, с. 283]. Как всем известно, китайский язык является иероглифическим и сильно отличается от русского. Так что для большинства русского народа он оказывается недоступным для осмысления и восприятия, откуда и появляется данное выражение.

*Китайская ничья*, жарг. Разрешение зашедшей в тупик сложной проблемы, каких-либо затруднений одним махом, волевым решением, с позиции силы, в результате чего ситуация возвращается к исходной точке и противники вновь оказываются в равном положении. Выражение не входит в известные словари, оно является лишь шахматным термином для означения того момента, когда незадолго до окончания шахматной партии, чтобы не проиграть, а получить «ничью», игрок одним движением руки переворачивает доску, и фигуры в беспорядке рассыпаются по полу. Вероятно, тактика впервые возникла в Китае, а словосочетание демонстрирует своевольность и хитрость китайского народа, который всегда имеет способ победить.

*Китайская стена*, экспрес. О полной изолированности от внешних влияний [18, с. 499]. Фразеологизм происходит от названия Великой Китайской стены, которая была построена две тысячи лет назад для защиты от нападения северных кочевых племен и в настоящее время является одним из самых крупных исторических памятников архитектуры. Благодаря огромной каменной стене на протяжении восьми тысяч километров китайцы обороняют себя от врагов и живут более мирно и обособленно. Русский народ не только восхищается шедевром древних китайцев, но и приспособливает его название в своем языке, употребляя в переносном значении, когда речь идет о чем-л. недоступном и разобщенном.

*Китайские церемонии*, ирон. Излишние проявления вежливости, почтительности [18, с. 499]. В Китае до начала XIX века в императорском дворце было множество различных церемоний и для самого богдыхана, и для его чиновников, и для простейших слуг. Дипломаты из других стран, в том числе и из Российской империи, также были вынуждены выполнять по этикету соответствующие процедуры, которые они сами считают ненужными и даже чрезмерными. С тех пор в русском языке возникло данное выражение, употребляемое чаще всего в иронической форме, например:

– *Сударевский энергично потер руки. – И оставим китайские церемонии. Давайте работать!* [Еремей Парнов. *Третий глаз Шивы* (1985)].

*Последнее китайское предупреждение*. Угрозы, которые не могут быть исполнены [19, с. 611]. В настоящее время выражение используется как ирония. Складывается представление о китайцах, которые манипулируют словами, но осторожны в поступках.

*Скинуть (задвинуть, загнать) китайку (кому)* жарг. ж/д. Выдать пассажиру использованное постельное белье. Возможно, по сходству цвета кожи китайцев и нестираного белья (желтому) [20, с. 285].

На основе анализа вышеперечисленных оборотов можно заметить, что данные фразеологических словарей иногда расходятся с актуальной языковой практикой. Образ Китая и китайцев в русском языке весьма богатый и разнообразный. Это такая далекая, сказочная страна, где письменность и церемонии сложны до недоступности, а люди, с одной стороны, трудолюбивые, целеустремленные, но с другой – замкнутые, своевольные, хитрые и слишком вежливые. Однако фразеологизмы английского языка придают образу Китая совершенно другую окраску. В различных англо-русских фразеологических словарях существуют такие обороты, как:

*To break china*, перен. Взбудоражить, вызвать беспорядок, переполох [17, с. 162]. В данном выражении слово «china» обозначает «chinaware», т. е. фарфоровые изделия.

*Chinese wall*, сущ. 1) Великая китайская стена. 2) Неодолимый барьер [16]. Аналогично русскому выражению «китайская стена».

*Chinese whispers*, сущ. Испорченный телефон (детская игра) [16]. Выражение обозначает ошибочно переданную информацию, в процессе распространения которой каждый сплетник незначительно изменяет содержание, но в итоге конечная версия имеет мало сходства с правдой. Оно употребляется чаще всего в Великобритании, а в американской версии английского языка игра называется еще «*broken telephone*». До середины XX века она была известна как «*Russian Scandal*» или «*Russian Gossip*» (русская сплетня). Причина изменения неясна, но предполагается, что она объясняется крайней сложностью китайского языка. Однако фразеологизм может производить такое впечатление, что китайцы постоянно сплетничают.

*Chinaman's chance*, амер.; разг. Ничтожный шанс, малейший шанс [16]. В XIX веке китайские эмигранты в Америке рисковали своей жизнью за низкую плату под воздействием расовой дискриминации, поэтому их шанс выживания был чрезвычайно малым, откуда и происходит данное выражение. Ныне оно является

оскорбительным, так что часто заменяется словосочетанием «*ghost of a chance*».

Очевидно, в английском языке существует лишь небольшое количество фразеологических оборотов с лексемой «China» или ее производными словами, однако большинство обладает отрицательным смысловым оттенком.

Итак, проанализировав и сравнив смысл концепта «Китай» в русском и английском языках, мы получаем следующие результаты:

а) оба слова – «Китай» и «China» – являются кратким названием Китайской Народной Республики, но в концепте Китая в русском и английском языках наблюдается значительное отличие потому, что их ассимиляция осуществляется разными путями и источники заимствования также неодинаковы;

б) в русском языке существует много слов, обозначающих «изучение Китая и его культуры», что подчеркивает интерес русского народа к Китаю; а в английском языке достаточное количество слов с пренебрежительным оттенком, что отражает презрительное отношение англоговорящих к Китаю;

в) на уровне словосочетаний и устойчивых выражений концепт Китая в русском языке более многогранный (сложная письменность, тактичный и хитрый народ, множество церемоний и формальностей), а в английском он является плоским и однообразным и чаще всего отрицательным.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в русской и английской языковых картинах мира концепт Китая весьма отличается и требует дальнейшего исследования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чжан Хуэйцин. Образ Китая в комментариях к новостям о Китае (на материалах портала Рамблер) // Медиалингвистика. 2014. № 2. С. 82–94.
2. 汪介之. 悠远的回响: 俄罗斯作家与中国文化. 银川: 宁夏人民出版社, 2002. 406页. [Ван Цзечжи. Эхо издалека: русские писатели и китайская культура. Иньчуань: Народное изд-во провинции Нинся, 2002. 406 с.]
3. 周宁. 世界之中国: 域外的中国形象研究. 南京: 南京大学出版社, 2007. 404页. [Чжоу Нин. Китай в мире: исследование образа Китая за рубежом. Нанкин: Изд-во Нанкинского университета, 2007. 404 с.]
4. 周宁(主编). 世界的中国形象丛书. 北京: 人民出版社, 2010. 7册. [Образ Китая в мире: серия монографий в 7 т. / под ред. Чжоу Нин. Пекин: Народное изд-во, 2010.]
5. Лукин А.В. Медведь наблюдает за драконом. Образ Китая в России в XVII–XX веках. М.: АСТ, 2007. 608 с.
6. Буров В.Г. Китай и китайцы глазами российского ученого. М.: ИФ РАН, 2000. 206 с.
7. Воронников Ю.Л. «Языковая картина мира»: трактовка понятия // Знание. Понимание. Умение. 2006. № 2. С. 88–90.
8. Витковская Л.В., Дубовский Ю.А. Проблемы ассимиляции заимствований в современных лингвистических теориях // Русский язык и межкультурная коммуникация. 2013. № 1. С. 28–38.
9. Телия В.Н. Русская фразеология. Семантический, прагматический и лингвокультурологический аспекты. М.: Языки русской культуры, 1996. 284 с.
10. Корнилов О.А. Языковые картины мира как производные национальных менталитетов. 2-е изд. М.: ЧеРо, 2003. 349 с.
11. История стран зарубежной Азии в средние века / отв. ред. А.М. Голдобин. М.: Наука, 1970. 640 с.
12. [美]巴菲尔德著; 袁剑译. 危险的边缘: 游牧帝国与中国. 南京: 江苏人民出版社, 2011. 409页. [Barfield T. The Perilous Frontier: Nomadic Empires and China. Nanjing: Jiangsu People's Publishing House, 2011. 409 p.]
13. Махабхарата. Удьягопарва, или Книга о старании. М.: Наука, 1976. 592 с.
14. 黄宝生. 摩诃婆罗多导读. 北京: 中国社会科学出版社, 2015. 216页. [Хуан Баошэн. Краткое содержание «Махабхараты». Пекин: Изд-во общественных наук Китая, 2015. 216 с.]
15. Ефремова Т.Ф. Новый словарь русского языка. М.: Русский язык, 2000. 1084 с.
16. Шпаковский В.Ф., Шпаковская И.В. Большой универсальный англо-русский словарь. М.: Центрполиграф, 2009. 816 с.
17. Мюллер В.К. Полный англо-русский русско-английский словарь. М.: Эксмо, 2013. 1328 с.
18. Фразеологический словарь современного русского литературного языка. Т. 2 / под ред. Ф.Н. Тихонова. М.: Флинта, 2004. 832 с.
19. Серов В. Энциклопедический словарь крылатых слов и выражений. М.: ЛОКИД-Пресс, 2005. 880 с.
20. Мокиенко В.М., Никитина Т.Г., Николаева Е.К. Большой словарь русских поговорок. М.: ОЛМА, 2007. 784 с.

#### REFERENCES

1. Huiqin Zhang. The image of China in the Russian perception by analyzing Russian netizens comments on news reports about China. *Medialingvistika*, 2014, no. 2, pp. 82–94.
2. 汪介之. 悠远的回响: 俄罗斯作家与中国文化. 银川: 宁夏人民出版社, 2002. 406页. [Tszechzhi Wang. *Distant Echo: Russian Writers and Chinese Culture*. Yinchuan, Ningxia People's Publishing House, 2002. 406 p.]
3. 周宁. 世界之中国: 域外的中国形象研究. 南京: 南京大学出版社, 2007. 404页. [Zhou Ning. *World China: Chinese study outside of the image*. Nanjing, Nanjing University Press, 2007. 404 p.]
4. 周宁(主编). 世界的中国形象丛书. 北京: 人民出版社, 2010. 7册. [Zhou Ning, ed. *Images of China World Series*. Beijing, People's Publishing House, 2010. 7 vols.]
5. Lukin A.V. *Medved' nablyudaet za drakonom. Obraz Kitaya v Rossii v XVII–XX vekakh* [A bear oversees a dragon. China image in Russia in XVII–XX centuries]. Moscow, AST Publ., 2007. 608 p.
6. Burov V.G. *Kitay i kitaytsy glazami rossiyskogo uchenogo* [China and the Chinese as viewed by Russian scientist]. Moscow, IF RAN Publ., 2000. 206 p.
7. Voronnikov Yu.L. "Linguistic picture of the world": interpretation of the concept. *Znanie. Ponimanie. Umenie*, 2006, no. 2, pp. 88–90.

8. Vitkovskaya L.V., Dubovsky Yu.A. Issue of borrowings assimilation in modern linguistic theories. *Russkiy yazyk i mezhkulturnaya kommunikatsiya*, 2013, no. 1, pp. 28–38.
9. Teliya V.N. *Russkaya frazeologiya. Semanticheskiy, pragmaticheskiy i lingvokulturologicheskiy aspekty* [Russian phraseology. Semantic, pragmatic and linguo-cultural aspects]. Moscow, Yazyki russkoy kultury Publ., 1996. 284 p.
10. Kornilov O.A. *Yazykovye kartiny mira kak proizvodnyye natsionalnykh mentalitetov* [Linguistic worldviews as the derivatives of national mentalities]. 2nd ed. Moscow, CheRo, 2003. 349 p.
11. Goldobin A.M., ed. *Istoriya stran zarubezhnoy Azii v srednie veka* [History of foreign Asia countries in Middle Ages]. Moscow, Nauka Publ., 1970. 640 p.
12. [美]巴菲尔德著; 袁剑译. 危险的边缘: 游牧帝国与中国. 南京: 江苏人民出版社, 2011. 409页. [Barfield T. *The Perilous Frontier: Nomadic Empires and China*. Nanjing, Jiangsu People's Publishing House, 2011. 409 p.]
13. Mahabharata. *Udyogaparva, ili Kniga o staranii* [Udyoga Parva. The Book of the Effort]. Moscow, Nauka Publ., 1976. 592 p.
14. 黄宝生. 摩诃婆罗多导读. 北京: 中国社会科学出版社, 2015. 216页. [Huang Baosheng. *Mahabharata review*. Beijing, China Social Sciences Press, 2015. 216 p.]
15. Efremova T.F. *Novy slovar russkogo yazyka* [New dictionary of Russian language]. Moscow, Russkiy yazyk Publ., 2000. 1084 p.
16. Shpakovsky V.F., Shpakovskaya I.V. *Bolshoy universalny anglo-russkiy slovar* [Big Universal English-Russian Dictionary]. Moscow, Tsentrpoligraf Publ., 2009. 816 p.
17. Myuller V.K. *Polny anglo-russkiy russko-angliyskiy slovar* [Complete english-russian russian-english dictionary]. Moscow, Eksmo Publ., 2013. 1328 p.
18. Tikhonov F.N., ed. *Frazeologicheskiy slovar sovremennogo russkogo literaturnogo yazyka* [Phraseological dictionary of modern Russian literary language]. Moscow, Flinta Publ., 2004. Vol. 2, 832 p.
19. Serov V. *Entsiklopedicheskiy slovar krylatykh slov i vyrazheniy* [Encyclopedic Dictionary of winged words and expressions]. Moscow, LOKID-Press Publ., 2005. 880 p.
20. Mokienko V.M., Nikitina T.G., Nikolaeva E.K. *Bolshoy slovar russkikh pogovorok* [Big dictionary of Russian proverbs]. Moscow, OLMA Publ., 2007. 784 p.

#### THE CONCEPT OF CHINA IN RUSSIAN AND ENGLISH LINGUISTIC WORLDVIEWS (ETYMOLOGY, WORD FORMATION AND PHRASEOLOGICAL UNITS)

© 2016

*N. Dan*, postgraduate student of Chair “Linguistics, Russian philology, literary and journalistic mastery”  
*Pyatigorsk State Linguistic University, Pyatigorsk (Russia)*

*Keywords:* cognitive linguistics; sphere of concepts; “China” concept; China image; linguistic worldview; contrastive-comparative philology; assimilation problem; phraseology.

*Abstract:* In recent decades, in connection with the processes globalization, the images of the countries and China as well become the subject of study in various spheres of Humanities. The ethnocultural components of Russian-Chinese relations are of key importance. However, this issue is understudied within the frames of the linguistic worldview. It occurs during the process of interaction of thinking, reality, and language and influences the results of the cognitive-linguistic activity. In the linguistic sphere, we will use the term “concept” instead of the notion of “image”. The paper covers the contrastive-comparative study of special aspects of the “China” concept functioning in Russian and English worldviews. The author of the paper considered the processes of assimilation of the “China” toponym meaning, carried out the comparative semantic analysis of selected derivatives of this concept lexical items, gathered the established terms with these lexical items in both languages, described their meanings and etymology, summarized the content of China concept basing on the Russian and English phraseological units. The materials for study and analysis were taken from T.F. Efremova’s “New dictionary of Russian language” (2000) and various English-Russian dictionaries and phrase books of recent years. All examples were received from Russian National Corpus and British National Corpus, and that fact shows the actual usage of these linguistic units. The study proves that, depending on various historical factors and reasons, the functioning of certain lexical units, phraseological units and free phrases of the “China” sphere of concepts differs considerably in Russian and English linguistic worldviews and requires further study. That is why this issue is topical now.

**ЗНАЧЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ  
ЛИНГВОКУЛЬТУРНОГО ТИПАЖА «БРИТАНСКИЙ ИЗБИРАТЕЛЬ»**

© 2016

*Д.Г. Демидова*, аспирант кафедры английского языка № 3  
*Московский государственный институт международных отношений (университет)  
Министерства иностранных дел Российской Федерации, Москва (Россия)*

*Ключевые слова:* лингвокультурный типаж; социолект; диалект Estuary English; Received Pronunciation; политический дискурс; Великобритания.

*Аннотация:* Статья определяет основные свойства понятия «лингвокультурный типаж» с точки зрения лингвоперсонологии и рассматривает его соотношение со смежными единицами, используемыми в рамках других направлений лингвистических исследований, проводя сопоставление с понятием «социолект», являющимся основной единицей социальной диалектологии. Для достижения поставленной задачи определяется предметное поле лингвокультурного типажа «британский избиратель» как коммуникативно-релевантного концепта британской лингвокультуры. Рассматриваются основные характеристики современной языковой картины Великобритании, исследуются изменения, произошедшие в рамках языковой нормы Received Pronunciation. Выделяются основные типы социально-территориальных вариантов языка и их характеристики. Статья анализирует основные современные исследовательские подходы, предложенные зарубежными и отечественными лингвистами-диалектологами, к социально-территориальному диалекту Estuary English, а также попытки научного описания данного феномена, проводя его сопоставление с нормативным фонетическим вариантом Received Pronunciation. Исследуются основные причины «демократизации» произносительной нормы британского варианта английского языка. С помощью анализа языковых особенностей коммуникативного поведения британских парламентариев-консерваторов (на примере как руководства партии, так и рядовых членов Палаты представителей) в различных коммуникативных ситуациях предпринимается попытка оценить значение социально-территориальных произносительных вариантов в политической коммуникации партии власти с электоратом. Проводится анализ возможных лингвистических и экстралингвистических причин, обуславливающих фонетические особенности коммуникативного поведения, а также оценка эффективности имитации произносительной нормы, характерной для аудитории, как коммуникативной стратегии. На основе полученных результатов восстанавливаются речевые характеристики моделируемой коллективной языковой личности для последующего определения социальной принадлежности типизируемого избирателя.

Лингвокультурный типаж складывается из концептуально-перцептивного образа – «характера» собирательной языковой личности и языковых особенностей, которые отражаются на коммуникативном поведении человека или социальной группы. Через систематическое описание особенностей коммуникативного поведения создается индивидуальный или коллективный портрет, который Л.П. Крысин называет социально-речевым, поскольку «каждый из портретов отражает особенности речи определенной общественной среды, представителем которой является портретируемый» [1]. Языковые особенности, складывающиеся в единый речевой портрет, как правило, затрагивают все языковые уровни, однако они не образуют самостоятельную систематизированную разновидность языка, как это характерно для диалектов или социолектов, и представляют собой только наиболее заметные штрихи, «яркие диагностирующие пятна».

Лингвокультурный типаж является единицей лингвоперсонологической классификации личностей, которая в отличие от традиционного лингвистического систематизирует разные типы коммуникативного поведения на основе отношения к языку с учетом сложившихся социальных институтов, иными словами, социолингвистическое описание общения может быть выполнено в рамках изучения институционального дискурса [2].

Лингвокультурный типаж соотносится со смежными междисциплинарными единицами, используемыми для

описания и типизации коммуникативного поведения. Сопреженными понятиями социальной психологии являются роль, амплуа, стереотип, персонаж и имидж. К лингвокультурному типуажу близка по содержанию единица исследования социолингвистики – социолект. Т.И. Ерофеева отмечает, что социолект включает в себя социальный тип, который проявляется у человека под влиянием черт, свойственных данной расе, этнической группе, национальности, социальному классу, с одной стороны, и систему речевых средств определенной группы, детерминированную не только социальными (профессия, место рождения, образование), но и биологическими и психологическими факторами (пол, возраст, темперамент), – с другой [3]. Основное отличие заключается в том, что социолектические исследования фокусируются на чисто языковых проявлениях групповой социокультурной идентичности в отличие от лингвоперсонологии, изучающей в первую очередь особенности коммуникативного поведения через призму языка, с одной стороны, и ценностей – с другой.

Моделируемый лингвокультурный типаж «британский избиратель» реализуется в институциональных рамках политического дискурса, причем в большинстве жанров, относящихся к полю политического дискурса, участники коммуникации не вступают в открытую интеракцию. Избирателю отведена роль пассивного слушателя, и его идентичность проявляется через речь говорящего контрагента. В данной статье будет предпринята попытка проанализировать особенности текстов

выступлений британских консерваторов, маркирующих социальный статус типизируемого избирателя.

Социальная ориентация дискурса может быть достигнута с использованием весьма ограниченного набора языковых средств, которые по большей части затрагивают фонетический и лексический уровни языка как наиболее подверженные социально-территориальной вариативности. Дополнительные ограничения накладывают жанры политического дискурса, предполагающие в целом высокую степень официальности общения. Продолжительное доминирование двух партий на британской политической сцене позволяет предположить, что круг адресатов политических текстов имеет предельно широкий охват в национальном масштабе.

Современная языковая картина Великобритании, подобно лоскутному одеялу, состоит из различных социолектов и диалектов, и произношение говорящего до сих пор остается его «визитной карточкой». Нормой языка считается так называемое Received Pronunciation (RP), иначе BBC English, или «королевский английский». Традиционно RP ассоциируется с языком представителей высших классов, получивших элитное образование. Коллинз и Миз отмечают, что норма RP ассоциируется у большинства британцев с чопорностью и элитарностью и рассматривается в качестве модели для правильного произношения, в частности для формальной речи образованных людей [4, с. 1909]. Однако стоит упомянуть, что, по данным «Daily Mail», в ходе опроса британские интернет-пользователи считают «правильное» произношение RP наиболее располагающим к себе типом произношения [5]. Норма RP, впервые описанная Д. Джонсоном в 1917 году, не осталась неизменной. По мнению В.В. Киселева и Д.В. Коршунова, в рамках типа произношения RP выделяются несколько подтипов, на которых разговаривают различные возрастные группы: консервативный (conservative), используемый старшим поколением, общий (general), чаще всего характерный для принятого на BBC произношения, и продвинутый (advanced), которым пользуется в основном образованная молодежь [6]. Дж. Уэллс отмечает тенденцию на «демократизацию» RP и описывает допустимые варианты нормы, возникшие под влиянием социолекта Estuary English (EE) [7].

Термин EE был впервые введен в употребление Д. Розварном в 1984 году для обозначения нового типа британского произношения, распространенного в низовьях реки Темзы западнее и восточнее Лондона [8]. Д. Розварн предлагает определять EE как разновидность модифицированного регионального типа произношения, вобравшего в себя локальные особенности южноанглийского акцента как на сегментном уровне, так и в интонации [9]. Т.А. Островская и В.В. Корниенко между тем также выявили в речи носителей EE определенные грамматические закономерности – переход от синтетизма к аналитизму, проявляющийся в последовательном разрушении согласованных категорий и укреплении сушущих, номинативных категорий [10; 11]. Это выражается в использовании номинативной конструкции вместо притяжательного падежа (*baker shop вместо baker's shop*), утрате наречного суффикса *-ly*, так что определить категорию слова можно только по порядку слов в предложении. В EE индикатор 3-го лица единственного числа *-s* у глаголов у-

рачивается, практически не используется форма прошедшего времени *were* (только *was*). Будучи слабо нормированной формой языка, EE использует двойное отрицание, образует множественное число всех существительных по регулярному типу (*tooth – tooths*), не дифференцирует употребление указательных местоимений ни по числу, ни по категории удаленности. На лексическом уровне EE заимствовал у *Cockney* рифмованный сленг (*rhyming slang*).

Наиболее яркими признаками EE являются фонетические отклонения от RP: выпадение придыхательного звука [h] перед гласными в начале слова, вокализация [ɪ] в конечной позиции ([ˈmɪdɔ, ˈlɪtɔ]), гортанные смычки на месте звуков [t] и [d] перед гласной, что характерно для Кокни ([ˌkwaɪ?ˈi:zi]), озвончение звука [r] в интервокале, ослабление звука [ɪ] в безударной позиции ([vɪzəˈbɪləti]); восходяще-падающая мелодика предложения в результате более частого использования разделительных вопросов «*isn't it?*» и «*don't I?*», чем при использовании RP [12].

Дж. Уэллс отмечает, что часть фонетических явлений, характерных для EE, стали допустимыми для нормы RP и встречаются единичными вкраплениями в речи ее носителей. Распространение EE с одной стороны и «демократизация» RP с другой связаны с классовой мобильностью населения, с тем, что выходцы из низших социальных слоев населения, повысив свой социальный статус, сохраняют при этом неправильность речи, кроме того, другие типы произношения теперь стали уместными во многих ситуациях, из которых раньше они были исключены. В определенных ситуациях публичные личности, принадлежащие к высшему классу, в первую очередь политики, в общении с менее образованной публикой имитируют свою речь под EE, что получило название *mockney* (высмеивать) + *cockney* = *mockney*). Популяризировал этот вариант произношения Тони Блэр [13, с. 207].

В качестве примера имитации социолекта EE сравним выступление канцлера казначейства Дж. Осборна перед сотрудниками сети супермаркетов *Morrisons* в Кенте 02.04.2013 (1) и его речь 26.06.2013 в ходе представления бюджета в Палате представителей (2). Будучи сделаны с небольшим временным интервалом, эти выступления при общей стилистической однородности привлекли внимание прессы благодаря заметным изменениям в произношении оратора [14; 15].

1) *Every penny matters – is a very fitting catchword for what I wanna talk to you about.*

*We hadda system where people oo do the right thing felt penalised for it.*

*And the Briddish people badly wannit fixed.*

*When I think about the future, I think about the kindda country my kids and your kids are going to grow up in.*

2) *But you cannot begin to afford kind of deposits being demanded today.*

*And I am glad to report to the House that the lack of confidence in British businesses has been misplaced.*

Приведенные примеры иллюстрируют контраст между «естественным» для выпускника Оксфорда нормативным фонетическим вариантом и искусственной стилизацией речи под вариант EE с помощью глоттализиции, выпадения начального [h], исчезновения назального в окончании *-ing* и т. д.

Приведенный пример изменения акцента в зависимости от аудитории – наиболее заметный и курьезный, однако не единственный. Обращаясь к электорату своего избирательного округа, некоторые политики делают выбор в пользу фонетической нормы местного диалекта [16; 17]:

1) *We cuhvered also issues from fluhdin' to payment to stewardship. [...] And I think it is a real case for guhvernment discussing cahmpensation for farmers of lost crops.*

2) *Accounting ministers, assure the House that local councils are given the correct level of support to be able to implement these changes, because very often they come up against very clever, very expensive lawyers for development companies.*

Как видно во втором примере, говорящий – парламентарий от партии консерваторов Найджел Адамс (округ Селби и Айнсти, Йоркшир) больше придерживается фонетической нормы RP (come up, companies). Следует также отметить, что тори, представляющие Уэльс, часто обращаются к целевой аудитории на гэльском языке [18; 19], предвыборные ролики уэльского отделения Консервативной партии часто имеют версию на гэльском языке. Впрочем, сравнение языкового материала выступлений на парламенте и перед непосредственным избирателем свидетельствует о том, что в силу различного уровня образования произношение большинства консерваторов в той или иной степени отличается от нормы RP. Таким образом, о целенаправленном использовании местных диалектов при общении с избирателями как о тенденции в политической риторике говорить не приходится.

Высокий социальный статус нормы RP обусловлен следующими факторами. Во-первых, несмотря на исторические изменения допустимых фонетических вариантов в рамках нормы, для многих британцев RP по-прежнему остается образцом произношения, которому стараются следовать, чтобы выглядеть образованнее и претендовать на более высокий социальный статус. Имитация элитами просторечия вызывает неоднозначную реакцию слушателей и не выполняет поставленную коммуникативную задачу интеграции с собеседником. Выступление Дж. Осборна перед сотрудниками супермаркета в Кенте подверглось массивной критике в прессе как неудачная попытка саморепрезентации как «человека из народа» (a man of people) [20; 21]. Во-вторых, с учетом многообразия диалектов, засорения языка вследствие миграционных процессов и роста националистических настроений в Шотландии возрастает политическая роль RP как объединяющего культурного фактора, о чем свидетельствует большое количество мероприятий с участием представителей власти, приуроченных к 400-й годовщине Библии короля Якова в 2012 году.

Изменения, затронувшие норму языка, практически не коснулись жанра политических выступлений, парламентарии-тори по мере образованности и в зависимости от территориальной принадлежности стремятся придерживаться стандартного произношения. Институциональное общение осуществляется с помощью культурно-языковых кодов, лишенных социально-статусной специфики, часто используемые обобщающие номинации электората (*British, nation, we, hard working people*)

усиливают массовые признаки и нивелируют социальные различия. Неопределенность социальной принадлежности указывает на то, что эта характеристика не имеет решающего значения для самоидентификации и что на формирование моделируемого типажа избирателя большее влияние оказывают ценности, определяющие политическую программу.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крысин Л.П. Современный русский интеллигент: попытка речевого портрета // Русский язык в научном освещении. 2001. № 1. С. 90–106.
2. Карасик В.И., Дмитриева О.А. Лингвокультурный типаж: к определению понятия // Аксиологическая лингвистика: лингвокультурные типаж: сборник научных трудов. Волгоград: Парадигма, 2005. С. 5–25.
3. Ерофеева Т.И. Понятие «социолект» в истории лингвистики XX века // Philology.ru: русский филологический портал. URL: [philology.ru/linguistics2/erofeeva-02.htm](http://philology.ru/linguistics2/erofeeva-02.htm).
4. Bergs A., Brinton L. English Historical Linguistics. Vol. 2. Berlin: Mouton de Gruyter, 2012. 1164 p.
5. *Posh but charming... Queen's English is our favourite accent: received pronunciation comes top in nine out of ten traits - but if you're looking for humour try a Geordie* // The Daily Mail. URL: [hdailymail.co.uk/news/article-2785900/Posh-charming-Queen-s-English-favourite-accent-Received-pronunciation-comes-nine-ten-traits-looking-humour-try-Geordie.html](http://hdailymail.co.uk/news/article-2785900/Posh-charming-Queen-s-English-favourite-accent-Received-pronunciation-comes-nine-ten-traits-looking-humour-try-Geordie.html).
6. Киселев В.В., Коршунов Д.В. Received pronunciation как языковой стандарт британского английского: история и эволюция // Вестник Амурского государственного университета. Серия: Гуманитарные науки. 2015. № 68. С. 130–135.
7. Wells J.C. The Cockneyfication of RP // Nonstandard varieties of language: papers from Stockholm symposium. Stockholm: Coronet Books Inc., 1991. P. 198–205.
8. Rosewarne D. Estuary English // Times educational supplement. URL: [phon.ucl.ac.uk/home/estuary/rosew.htm](http://phon.ucl.ac.uk/home/estuary/rosew.htm).
9. Абрамова И.Е. Британский произносительный стандарт: тенденции развития // Вестник Челябинского государственного университета. 2010. № 29. С. 5–10.
10. Корниенко В.В. Социальные диалекты Лондона // Система ценностей современного общества. 2009. № 5-1. С. 115–119.
11. Островская Т.А. Нормативный язык и современные социально-территориальные диалекты в Великобритании // Вестник Адыгейского государственного университета. 2007. № 2. С. 29–32.
12. Wells J.C. Whatever happened to Received Pronunciation // II Jornadas de Estudios Ingleses. 1997. P. 19–28. URL: [phon.ucl.ac.uk/home/wells/rphappened.htm](http://phon.ucl.ac.uk/home/wells/rphappened.htm).
13. Gay I.R., Guijarro A.J.M., Hernández J.I.A. New trends in english teacher education: linguistics, literature and culture. Spain: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2008. 426 p.
14. The Guardian. URL: [theguardian.com/politics/video/2013/apr/02/osborne-welfare-reforms-video](http://theguardian.com/politics/video/2013/apr/02/osborne-welfare-reforms-video).

15. Osborne G. Spending review statement // YouTube. URL: [youtube.com/watch?v=wOXdEKSgbZI](https://www.youtube.com/watch?v=wOXdEKSgbZI).
  16. Adams N. MP on flood management // YouTube. URL: [youtube.com/watch?v=PB71RNzz2ho](https://www.youtube.com/watch?v=PB71RNzz2ho).
  17. Adams N. Wind farm planning question // UK Parliament hearings. URL: [youtube.com/watch?v=ReTHOhvRoiE](https://www.youtube.com/watch?v=ReTHOhvRoiE).
  18. Bebb G. Darlith yr Eisteddfod IWA rhan 1 // IWA eisteddfod lecture. Part 1. URL: [youtube.com/watch?v=7sROX7ncWXg](https://www.youtube.com/watch?v=7sROX7ncWXg).
  19. Cairns A. The Welsh Language: a duty and a challenge (Yr Iaith Gymraeg: Dyletswydd a Her) // Wales Office Minister Alun Cairns' speech at Cardiff University. URL: [youtube.com/watch?v=n\\_fmKHB\\_3Dk](https://www.youtube.com/watch?v=n_fmKHB_3Dk).
  20. George Osborne's 'man of the people' accent ridiculed // The Independent. URL: [independent.co.uk/news/uk/politics/george-osbornes-man-of-the-people-accent-ridiculed-8675419.html](http://independent.co.uk/news/uk/politics/george-osbornes-man-of-the-people-accent-ridiculed-8675419.html).
  21. Ensor J. 'Mockney' George Osborne backs the Briddish who wanna work // The Telegraph. URL: [telegraph.co.uk/news/politics/georgeosborne/9966717/Mockney-George-Osborne-backs-the-Briddish-who-wanna-work.html](http://telegraph.co.uk/news/politics/georgeosborne/9966717/Mockney-George-Osborne-backs-the-Briddish-who-wanna-work.html).
- REFERENCES**
1. Krysin L.P. Modern Russian intellectual: a draft speech portrait. *Russkiy yazyk v nauchnom osveshchenii*, 2001, no. 1, pp. 90–106.
  2. Karasik V.I., Dmitrieva O.A. Linguocultural type: to the definition of the notion. *Aksiologicheskaya lingvistika: lingvokulturnye tipazhi: sbornik nauchnykh trudov*. Volgograd, Paradigma Publ., 2005, pp. 5–25.
  3. Erofeeva T.I. "Sociolect" in the history of linguistics in the twentieth century. *Philology.ru: russkiy filologicheskii portal*. URL: [philology.ru/linguistics2/erofeeva-02.htm](http://philology.ru/linguistics2/erofeeva-02.htm).
  4. Bergs A., Brinton L. *English Historical Linguistics*. Berlin, Mouton de Gruyter Publ., 2012. Vol. 2. 1164 p.
  5. Posh but charming... Queen's English is our favourite accent: Received pronunciation comes top in nine out of ten traits - but if you're looking for humour try a Geordie. *The Daily Mail*. URL: [hdailymail.co.uk/news/article-2785900/Posh-charming-Queen-s-English-favourite-accent-Received-pronunciation-comes-nine-ten-traits-looking-humour-try-Geordie.html](http://hdailymail.co.uk/news/article-2785900/Posh-charming-Queen-s-English-favourite-accent-Received-pronunciation-comes-nine-ten-traits-looking-humour-try-Geordie.html).
  6. Kiselev V.V., Korshunov D.V. Received pronunciation as a language standard of the British English: history and evolution. *Vestnik Amurskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye nauki*, 2015, no. 68, pp. 130–135.
  7. Wells J.C. The Cockneyfication of RP. *Nonstandard varieties of language: papers from Stockholm symposium*. Stockholm, Coronet Books Inc. Publ., 1991, pp. 198–205.
  8. Rosewarne D. Estuary English. *Times educational supplement*. URL: [phon.ucl.ac.uk/home/estuary/rosew.htm](http://phon.ucl.ac.uk/home/estuary/rosew.htm).
  9. Abramova I.E. British received pronunciation: recent changes. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2010, no. 29, pp. 5–10.
  10. Kornienko V.V. London social dialects. *Sistema tsennostey sovremennogo obshchestva*, 2009, no. 5-1, pp. 115–119.
  11. Ostrovskaya T.A. Normative speech and modern socioareal dialects in Great Britain. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2007, no. 2, pp. 29–32.
  12. Wells J.C. Whatever happened to Received Pronunciation. *Jornadas de Estudios Ingleses*, 1997, pp. 19–28. URL: [phon.ucl.ac.uk/home/wells/rphappened.htm](http://phon.ucl.ac.uk/home/wells/rphappened.htm).
  13. Gay I.R., Guijarro A.J.M., Hernández J.I.A. *New trends in english teacher education: linguistics, literature and culture*. Spain, Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha Publ., 2008. 426 p.
  14. *The Guardian*. URL: [theguardian.com/politics/video/2013/apr/02/osborne-welfare-reforms-video](http://theguardian.com/politics/video/2013/apr/02/osborne-welfare-reforms-video).
  15. Osborne G. Spending review statement. *YouTube*. URL: [youtube.com/watch?v=wOXdEKSgbZI](https://www.youtube.com/watch?v=wOXdEKSgbZI).
  16. Adams N. MP on flood management. *YouTube*. URL: [youtube.com/watch?v=PB71RNzz2ho](https://www.youtube.com/watch?v=PB71RNzz2ho).
  17. Adams N. Wind farm planning question. *UK Parliament hearings*. URL: [youtube.com/watch?v=ReTHOhvRoiE](https://www.youtube.com/watch?v=ReTHOhvRoiE).
  18. Bebb G. Darlith yr Eisteddfod IWA rhan 1. *IWA eisteddfod lecture*. Part 1. URL: [youtube.com/watch?v=7sROX7ncWXg](https://www.youtube.com/watch?v=7sROX7ncWXg).
  19. Cairns A. The Welsh Language: a duty and a challenge (Yr Iaith Gymraeg: Dyletswydd a Her). *Wales Office Minister Alun Cairns' speech at Cardiff University*. URL: [youtube.com/watch?v=n\\_fmKHB\\_3Dk](https://www.youtube.com/watch?v=n_fmKHB_3Dk).
  20. George Osborne's 'man of the people' accent ridiculed. *The Independent*. URL: [independent.co.uk/news/uk/politics/george-osbornes-man-of-the-people-accent-ridiculed-8675419.html](http://independent.co.uk/news/uk/politics/george-osbornes-man-of-the-people-accent-ridiculed-8675419.html).
  21. Ensor J. 'Mockney' George Osborne backs the Briddish who wanna work. *The Telegraph*. URL: [telegraph.co.uk/news/politics/georgeosborne/9966717/Mockney-George-Osborne-backs-the-Briddish-who-wanna-work.html](http://telegraph.co.uk/news/politics/georgeosborne/9966717/Mockney-George-Osborne-backs-the-Briddish-who-wanna-work.html).

**THE SIGNIFICANCE OF SOCIAL-AREAL CHARACTERISTICS FOR FORMATION  
OF THE “BRITISH VOTER” LINGUOCULTURAL TYPE**

© 2016

*D.G. Demidova*, postgraduate student of Chair of English Language № 3  
*Moscow State Institute of International Relations (University)*  
*of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, Moscow (Russia)*

*Keywords:* linguocultural type; sociolect; Estuary English dialect; Received Pronunciation; political discourse; Great Britain.

*Abstract:* The paper determines the main characteristics of the notion of “linguocultural type” from the point of view of linguopersonology and considers its relationship with the adjacent units used within the frames of other lines of linguistic research comparing with the notion of “sociolect”, which is the major unit of social dialectology. To achieve the set task, the author specifies the subject field of the linguocultural type of “British voter” as the communicative-relevant concept of British linguoculture. The author considers the main characteristics of modern linguistic view of Great Britain, studies the changes occurred within the frames of language norm of Received Pronunciation, and defines the major types of social and areal language variants and their characteristics. The paper analyzes key modern research approaches to the Estuary English social-areal dialect suggested by foreign and native linguists-dialectologists as well as the attempts of the scientific description of this phenomenon comparing it with the normative phonetic variant of Received Pronunciation. The author studies the main reasons of “democratization” of pronunciation norm of British variant of English language. Using the analysis of characteristic linguistic properties of communicative behavior of British Tory parliamentarians (on the example both of the party management and the grassroots of the House of Representatives) in various communicative situations, the author makes an attempt to assess the significance of social-areal pronunciation variants in political communication of the ruling party with the voters. The author carries out the analysis of possible linguistic and extra-linguistic factors causing the phonetic special characteristics of the communicative behavior of Tory as well as evaluates the efficiency of the audience pronunciation norm imitation as the communicative strategy. Based on the results, the author reconstructs the speech characteristics of the modeled collective linguistic persona in order to define the social background of a typified voter.

**ОНОМАСТИЧЕСКАЯ ЦИТАТА КАК ОДНА ИЗ ФОРМ ВЫРАЖЕНИЯ  
ИНТЕРТЕКСТУАЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ПОЭТИЧЕСКОМ ДИСКУРСЕ**

© 2016

*Дж.М. Дреева*, доктор филологических наук, доцент,  
доцент кафедры немецкого языка факультета иностранных языков  
*Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ (Россия)*

*Ключевые слова:* интертекстуальность; ономастическая цитата; поэтический текст; поэтический дискурс; смыслообразующая функция; интертекстуальные связи.

*Аннотация:* В рамках антропоцентрической лингвистики феномен интертекстуальности определяется в качестве категории текста как элемента культуры и рассматривается как один из способов выражения авторского «Я» через отношения с другими текстами и их авторами. В данной статье, посвященной изучению способов проявления интертекстуальности в рамках поэтического дискурса, предпринимается попытка рассмотреть ономастическую цитату как одно из средств манифестации интертекстуальных связей в поэтическом тексте. Анализируются различные подходы к пониманию этого феномена, представляющего собой часто встречающуюся в художественном тексте разновидность цитации. Устанавливается корреляция между ономастической цитатой и именем собственным. Затрагивается вопрос о механизме актуализации цитаты-имени в условиях поэтического контекста. На примере анализа эпической поэмы Генриха Гейне «Германия. Зимняя сказка» рассматриваются виды ономастической цитаты, описываются онтологические признаки и функции данного стилистического приема в поэтическом произведении крупного жанра. В результате проведенного исследования делается вывод о доминировании смыслообразующей функции ономастической цитаты в анализируемом произведении, а также об использовании автором подобного рода отсылок в качестве средства демонстрации интертекстуальных связей в поэтическом дискурсе. Обращаясь посредством ономастических цитат к прецедентным именам и апеллируя при этом к фоновым знаниям читателя, Г. Гейне обогащает свой текст реминисцентным содержанием, поскольку ономастические цитаты являются одним из средств аккумуляции реминисцентного содержания и его реализации в тексте. Соотнесение описываемого факта или персонажа с другими, уже известными, историческими персонажами позволяет автору придавать создаваемым образам дополнительные коннотации и расширять, таким образом, смысловой потенциал поэтического высказывания.

Под цитатой, являющейся разновидностью «чужого слова» в тексте, в том числе поэтическом, принято понимать «любого рода переключку, соединяющую между собой литературные памятники» [1, с. 15]. В рамках подобного подхода к проблеме цитаты, т. е. в контексте учения М.М. Бахтина о «чужом слове» [2], цитирование рассматривается как один из способов осуществления диалога между текстами в культурном пространстве, а цитата – как одна из форм выражения интертекстуальных связей и реализации литературных влияний и взаимовлияний, т. е. как знак интертекста [3, с. 96].

Исследование категории интертекстуальности является одним из актуальных направлений лингвистики текста. В работах современных отечественных и зарубежных лингвистов интертекстуальность рассматривается в качестве категории текста как элемента культуры [4–7]. Согласно Р. Барту, интертекстуальность «представляет собой общее поле анонимных формул, происхождение которых редко можно обнаружить, бессознательных или автоматических цитат, даваемых без вычек. <...> Текст – это раскавыченная цитата. <...> Каждый текст представляет собой новую ткань, сотканную из старых цитат» [8, с. 269].

Как считает Ж. Женетт, интертекстуальность означает одновременное «соприсутствие двух или нескольких текстов» в одном [9, с. 365], т. е. «действительное присутствие одного текста в другом» [9, с. 340]. Исследователи отмечают, что такое присутствие «уже – сказанного» (М. Фуко) во вновь создаваемом тексте, т. е. готовность автора обогатить создаваемый текст за счет

цитатных отсылок к предшествующим текстам, наблюдается во всех видах дискурса [10].

Понятие цитата непосредственно соотносится с понятиями чужая речь/чужое слово – реминисценция – аллюзия, причем отношения между ними ученые определяют то как синонимические, то как гипонимические, внутри которых один и тот же термин может выступать то в роли гипонима, то в роли гиперонима [3, с. 96].

Наиболее убедительной, однако, представляется точка зрения, согласно которой более общим в приведенном перечислительном ряду признается понятие чужого слова (чужой речи), введенное в научный обиход М.М. Бахтиным. По М.М. Бахтину, чужая речь – это «высказывание другого субъекта, первоначально совершенно самостоятельное и конструктивно законченное и лежащее вне данного контекста» [2, с. 445]. Степень его ассимиляции в новом контексте может быть различной, но обязательно прослеживаются «рудименты» первоначальной языковой конструкции, достаточные для ее идентификации в новом тексте. Расстворение чужого слова в авторском контексте не может произойти до конца, его «тело», несмотря на стремление приобщиться к «синтаксическому, композиционному и стилистическому единству» вновь создаваемого текста, неизбежно прощупывается в авторском высказывании [2, с. 446].

По мнению Е.А. Козицкой, цитату следует рассматривать, во-первых, как одну из форм «чужого» слова и, следовательно, как способ манифестации диалогической связи между текстами, а во-вторых, как особый художественный прием, специфическое явление, феномен,

нуждающийся в специальном изучении, как самостоятельную проблему частного характера [11, с. 48].

Следует подчеркнуть, что явление цитации как частное проявление «чужого» слова в тексте и как важное средство осуществления диалогических отношений между текстами начало активно изучаться лингвистами лишь в конце XX века, с началом антропологической переориентации общей парадигмы гуманитарных и собственно филологических исследований [12, с. 131], позволившей по-новому взглянуть на человека и его творчество. В рамках антропоцентрической лингвистики стало возможным рассматривать феномен интертекстуальности как один из способов самоидентификации творческой личности, воплощения собственного «Я» через отношения с другими текстами и их авторами, а иногда и с собственным ранним наследием [6, с. 20]. Поэтому неудивительно, что многие вопросы, связанные с интертекстуальностью вообще и с цитатой в частности, находятся в настоящее время в стадии разработки.

Исследователи считают, что цитатой может быть практически любой элемент поэтической структуры (слово или группа слов, стихотворный размер, заглавие, фонемный ряд и т. д.), осознаваемый как принадлежащий одновременно и авторскому, и некоему «чужому», неавторскому тексту, из которого этот элемент заимствован. Как указывал В.В. Виноградов, цитата – это «ссылка», которая «потенциально вмещает в себя всю ту литературно-художественную структуру, откуда она заимствуется» [13, с. 153]. Согласно точке зрения ученого, подобное включение элемента «чужого» текста в свой текст «должно модифицировать семантику данного текста (именно за счет ассоциаций, связанных с текстом-источником)» [13, с. 154].

Таким образом, цитата – это материально выраженное, зафиксированное в каком-либо элементе поэтической структуры отношение одного текста к другому; прием, цель которого – усложнение и обогащение смысла авторского слова за счет диалога с «чужим». Иными словами, цитата – это любая отсылка к иному, неавторскому тексту, несущая художественную информацию. Такие критерии, как соотносительность цитаты с текстом-источником и ее смыслообразующая функция в новом тексте, принимаются практически всеми исследователями (хотя и с рядом оговорок, дополнений и уточнений) в качестве обязательных признаков цитаты [11, с. 52–53; 14, с. 388].

В настоящей статье ставится задача рассмотреть одну из форм подобных отсылок, а именно отсылку к имени собственному, т. е. ономастическую цитату (ее называют также цитатой-именем), как способ манифестации интертекстуальных связей в поэтическом тексте. Выбор стихотворного текста в качестве объекта исследования объясняется тем, что именно поэтический текст с характерным для него законом «единства и тесноты стихового ряда» (Ю.Н. Тынянов) позволяет наиболее отчетливо выявить те приращения смысла, которые происходят в его семантическом пространстве вследствие включения в состав поэтического высказывания элементов «чужого текста». Таким образом, нами предпринимается попытка проанализировать цитату-имя как форму проявления феномена интертекстуальности в рамках поэтического дискурса. В качестве ма-

териала для анализа используется поэтическое произведение крупного жанра, а именно эпическая поэма Г. Гейне «Германия. Зимняя сказка».

Именная цитата содержит в своем составе, как явствует из ее названия, имя собственное. Имена собственные выступают при этом, таким образом, как ономастические единицы цитатного характера. Их называют также «точечными» цитатами [15] или интертекстуальными включениями с ономастическим компонентом, актуализирующими связи с предшествующим текстом или группой текстов, вследствие чего происходит расширение пространственных границ текста-донора.

Имя собственное определяется как слово, словосочетание или предложение, которое служит для выделения именованного им объекта из ряда подобных, индивидуализируя и идентифицируя данный объект [16, с. 44]. Иными словами, имя собственное выполняет функцию индивидуализирующей номинации – особое, индивидуальное обозначение предмета независимо от ситуации и без обязательных уточняющих определений. Референтами имен собственных могут выступать люди, животные, компании, географические объекты, произведения искусства и т. п.

Данная разновидность цитации позволяет сообщать потенциальный максимум информации в минимальном объеме текста. Имя собственное, используемое в роли ономастической цитаты, должно быть знакомо адресату для отсылки его к объекту внеязыковой действительности и для актуализации референтного значения вовлеченного в интертекстуальные отношения имени собственного.

Наличие в тексте «чужого» слова в виде ономастической цитаты вызывает у читателя, обладающего соответствующими фоновыми знаниями, определенные ассоциации с уже известными ему внеязыковыми фактами. Процесс восприятия цитаты-имени в художественном произведении можно кратко представить в виде цепочки: понимание прямого значения контекста – узнавание ссылки на объект внеязыковой действительности (носителя имени собственного) – соотнесение с контекстом данного произведения – понимание дополнительных смыслов, подтекстов, «глубинного» значения – соотнесение с фондом знаний – интеллектуально-эмоциональное восприятие текста, осознание его смысла [17, с. 37].

Таким образом, цитата-имя, как и другие разновидности цитаты, представляет собой весьма выразительный стилистический прием, позволяющий автору создать яркий, ассоциативный образ посредством отсылки к прецедентному имени или персонажу, придать этому образу дополнительные оттенки смысла.

Как известно, целью цитации является смысловое обогащение авторского текста за счет взаимодействия «своего» и «чужого» слова через цитату, поскольку заимствование намеренно или непреднамеренно привносит во вновь создаваемый текст «контекстуальные обертоны» из текста-источника [18, с. 33]. Цитата актуализирует смысловые связи между текстом-основой и текстом-последователем и несет с собой в «принимающий» текст ассоциации и значения, связанные с текстом-источником, вследствие чего происходит своего рода «инкорпорация» планов содержания двух текстов.

Следовательно, ономастическая цитата, как и цитата вообще, обладает некой смысловой валентностью. Оказываясь в «принимающем» тексте и модифицируя его семантику, цитата-имя вступает во взаимодействие с другими, собственно авторскими элементами текста. Во вновь создаваемом тексте цитата-имя становится посредником интертекстуальных отношений (текст-источник – авторский текст) и участвует в формировании общего смысла художественного высказывания [10].

Анализ эпической поэмы «Германия. Зимняя сказка» свидетельствует о довольно частом использовании Г. Гейне ономастических цитат, выступающих в роли символов культуры и истории, по которым немецкий поэт стремится воссоздать историческое прошлое и представить настоящее и будущее своей родины. Как свидетельствуют результаты анализа, в исследуемой поэме в состав ономастических цитат входят самые различные виды имен собственных. В первую очередь это антропонимы различного происхождения – имена собственные, идентифицирующие человека. Сюда относятся имена писателей и поэтов, философов, общественных деятелей, современников Г. Гейне, литературных героев, персонажей литературных произведений, а также имена исторических личностей. Различаются, как известно, антропонимы единичные (имена людей, получивших широкую известность) и множественные (имена, которые в языковом сознании коллектива не связываются предпочтительно с каким-то одним человеком [19, с. 125]). Следует отметить, что в анализируемой поэме Г. Гейне большинство ономастических цитат являются единичными антропонимами, например: *Sisyphus, Sokrates, Luther, Hegel, Hoffmann von Fallersleben, Neander* и др.

Обращаясь посредством ономастических цитат к прецедентным именам и апеллируя при этом к фоновым знаниям читателя, Г. Гейне обогащает свой текст реминисцентным содержанием, поскольку ономастические цитаты являются одним из средств накопления реминисцентного содержания и его реализации в тексте. Соотнесение описываемого факта или персонажа с другими, уже известными, историческими персонажами позволяет автору придавать создаваемым образам дополнительные коннотации и расширять, таким образом, смысловой потенциал поэтического высказывания.

Так, в частности, в приведенном ниже отрывке из анализируемой поэмы Г. Гейне выражает неодобрение историку литературы Вольфгангу Менцелю, известному своей реакционной позицией по отношению к прогрессивным немецким писателям того времени. На основании критических статей Менцеля, являвшихся, по сути, политическими доносами, бундестаг Германии принял в декабре 1835 г. указ, запрещающий издание сочинений писателей либерально-оппозиционного объединения «Молодая Германия», в том числе и самого Г. Гейне: *Schamlose schäbige Bettler sind's, / Almosen wollen sie haben – / Ein'n Pfennig Popularität / Für Menzel und seine Schwaben!* [20, с. 282].

Как видим, ономастическая цитата имплицитно дополняет дополнительную информацию, и с ее помощью, посредством возникающих ассоциативных связей, Гейне удается навести читателя на определенную мысль, а само высказывание обогащается новыми оттенками смысла.

В нижеследующем примере цитата представлена в виде отсылки к имени и фамилии короля Ганновера Эрнста Августа (1771–1851), о котором известно, что он отменил в своем королевстве либеральную конституцию и жестоко преследовал оппозицию: *Mein Cicero- ne sprach: «Hier wohnt / Der Ernst Augustus, ein alter, / Hochtoryscher Lord, ein Edelmann, / Sehr rüstig für sein Alter* [20, с. 266].

Ономастическая цитата сопровождается в данном случае, как видим, ироничным окказиональным эпитетом “hochtoryscher” (в тексте: *hochtoryscher Lord* – «высокоторный лорд») и общепринятым эпитетом “edel”, входящим в состав атрибутивного композита с именем прилагательным в качестве определяющего слова (*ein Edelmann* – «аристократ»). Таким образом, дополняя ономастическую цитату биографической цитацией [21] реалиями, указывающими на членство Эрнста Августа в палате лордов, где он защищал интересы партии тори, и облегчая читателю процесс узнавания ссылки на объект внеязыковой действительности (носителя данного имени собственного), Г. Гейне пытается повлиять на процесс восприятия текста читателем, придавая высказыванию иронический оттенок и увеличивая тем самым его смысловой потенциал.

Еще один пример использования ономастической цитаты в качестве «генератора» дополнительных смыслов в поэтическом тексте иллюстрирует отсылка к имени композитора, пианиста, педагога Ференца Листа (1811–1886), финансировавшего завершение строительства Кельнского собора: *Vergebens wird der große Franz Liszt / Zum Besten des Doms musizieren, / Und ein talentvoller König wird /Vergebens deklamieren!* [20, с. 226].

Применяя рассматриваемую разновидность цитации, Г. Гейне старается подчеркнуть свою причастность к предшествующей литературной и культурной традиции, выразить таким образом свои культурно-семиотические предпочтения. Используя в качестве определения к имени собственному эпитет “groß” (в тексте “*der große*” – «великий»), Г. Гейне возвеличивает композитора, демонстрирует его значимость. Таким образом, данная отсылка к прецедентному имени сообщает высказыванию дополнительный смысл, оказывая определенное информационное воздействие на читателя.

Обобщая вышесказанное, можно заключить, что, отсылая посредством ономастических цитат к разным литературно-культурным источникам и апеллируя таким образом к филологической и культурной компетентности адресата, выступающей в качестве основы для понимания и интерпретации цитаты-имени, Г. Гейне искусно обогащает дополнительными смысловыми оттенками свой авторский текст. Упоминание в тексте поэмы прецедентных имен, осложненных культурными и историческими коннотациями, способствует подключению к авторскому тексту неких субъективных граней смысла.

Автор рассчитывает на фоновые знания читателя, формирующие его интертекстуальную компетенцию. Посредством отсылки к ним он придает поэтическому высказыванию экспрессивность и выразительность, наполняя текст новыми смыслами. Таким образом, ономастическая цитата как одна из разновидностей

цитации играет существенную роль в поэтическом смыслообразовании, являясь средством демонстрации интертекстуальных связей и, следовательно, способом осуществления интертекстуального диалога в поэтическом дискурсе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Смирнов И.А. Цитирование как историко-литературная проблема: принципы усвоения древнерусского текста поэтическими школами конца XIX – начала XX в. // Блоковский сборник IV. Тарту: Тартусский гос. университет, 1981. С. 246–276.
- Бахтин М.М. Фрейдизм. Формальный метод в литературоведении. Марксизм и философия языка. М.: Лабиринт, 2000. 640 с.
- Кузьмина Н.А. Интертекст и его роль в процессах эволюции поэтического языка. М.: КомКнига, 2007. 270 с.
- Лотман Ю.М. Культура и взрыв // Семиосфера. СПб.: Искусство-СПб, 2010. С. 12–148.
- Караулов Ю.Н. Русский язык и языковая личность. М.: МГУ, 1987. 264 с.
- Фатеева Н.А. Интертекст в мире текстов. Контрапункт интертекстуальности. М.: КомКнига, 2007. 280 с.
- Чумак-Жунь И.И. Художественный текст как феномен культуры: интертекстуальность и поэзия. М.: Директ-Медиа, 2014. 228 с.
- Барт Р. Семиотика. Поэтика. М.: Прогресс, 1989. 616 с.
- Женетт Ж. Фигуры: работы по поэтике. Т. 2. М.: Изд-во им. Сабашниковых, 1998. 365 с.
- Дреева Дж.М., Кастуева И.К. Аллюзия как средство манифестации интертекстуальных связей в поэтическом дискурсе // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. С. 1275–1283.
- Козицкая Е.А. Смыслообразующая функция цитаты в поэтическом тексте. Тверь: Тверской государственный университет, 1999. 140 с.
- Дреева Дж.М. Ироническая картина мира Г. Гейне // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Общественные науки. 2010. № 1. С. 130–135.
- Виноградов В.В. О стиле Пушкина // Литературное наследство. 1934. Т. 16-18. С. 153–154.
- Минц З.Г. Функции реминисценции в поэтике Ал. Блока // Труды по знаковым системам. Вып.6. Тарту: Тартуский гос. университет, 1973. С. 387–413.
- Яковлев А.И. Интертекст в романе А. Белого «Петербург»: структура, семантика, функционирование : дис. ... канд. филол. наук. Ярославль, 2011. 262 с.
- Литературный энциклопедический словарь. М.: Сов. энциклопедия, 1987. 752 с.
- Алешко-Ожевская С.С. Фразеологический состав английского языка и проблемы аллюзивности художественного текста : дис. ... канд. филол. наук. М., 2006. 142 с.
- Тименчик Р.Д. Чужое слово у Ахматовой // Русская речь. 1989. № 3. С. 33–36.
- Ермолович Д.И. Имена собственные на стыке языков и культур. Заимствование и передача имен собственных с точки зрения лингвистики и теории перевода. М.: Р. Валент, 2001. 200 с.
- Heine H. Deutschland. Ein Wintermärchen // Das Glück auf Erden: Ausgewählte Gedichte. Deutschland. Ein Wintermärchen. Moskau: Progress, 1980. P. 211–293.
- Жолковский А.К. Блуждающие сны и другие работы. М.: Восточная литература, 1994. 427 с.

#### REFERENCES

- Smirnov I.A. Citing as a historical and literary issue: principles of interpretation of Old Russian texts by poetic schools of the end of the 19th – beginning of the 20th century. *Blokovskiy sbornik IV*. Tartu, Tartuskiy gos. universitet Publ., 1981, pp. 246–276.
- Bakhtin M.M. *Freydizm. Formalnyy metod v literaturovedenii. Marksizm i filosofiya yazyka* [Freudianism. A formal method in literary criticism. Marxism and the philosophy of language]. Moscow, Labirint Publ., 2000. 640 p.
- Kuzmina N.A. *Intertekst i ego rol v protsessakh evolyutsii poeticheskogo yazyka* [Intertext and its meaning in the evolution processes of the poetic language]. Moscow, KomKniga Publ., 2007. 270 p.
- Lotman Yu.M. Culture and burst. *Semiosfera*. Sankt Petersburg, Iskusstvo-SPb Publ., 2010, pp. 12–148.
- Karaulov Yu.N. *Russkiy yazyk i yazykovaya lichnost* [The Russian language and linguistic personality]. Moscow, MGU Publ., 1987. 264 p.
- Fateeva H.A. *Intertekst v mire tekstov. Kontrapunkt intertekstualnosti* [Intertext in the world of texts. Counterpoint of intertextuality]. Moscow, KomKniga Publ., 2007. 280 p.
- Chumak-Zhun I.I. *Khudozhestvennyy tekst kak fenomen kultury: intertekstualnost i poeziya* [Artistic text as a phenomenon of culture: Intertextuality and poetry]. Moscow, Direkt-Media Publ., 2014. 228 p.
- Bart R. *Semiotika. Poetika* [Semiotics. Poetics]. Moscow, Progress Publ., 1989. 616 p.
- Zhenett Zh. *Figury: raboty po poetike* [Figure: works on poetics]. Moscow, Im. Sabashnikovykh Publ., 1998. Vol. 2, 365 p.
- Dreeva Dzh.M., Kastueva I.K. Allusion as the means of the manifestation of intertextual connections in the poetic discourse. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 1-1, pp. 1275–1283.
- Kozitskaya E.A. *Smysloobrazuyushchaya funktsiya tsitaty v poeticheskom tekste* [Semantic function of a quotation in a poetic text]. Tver', Tverskoy gosudarstvennyy universitet Publ., 1999. 140 p.
- Dreeva Dzh.M. Ironic worldview of H. Heine. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Obshchestvennyye nauki*, 2010, no. 1, pp. 130–135.
- Vinogradov V.V. About Pushkin's style. *Literaturnoe nasledstvo*, 1934, vol. 16-18, pp. 153–154.
- Mints Z.G. Functions of reminiscences in A. Block's poetics. *Trudy po znakovym sistemam*. Tartu, Tartuskiy gos. universitet Publ., 1973. Vyp. 6, pp. 387–413.
- Yakovlev A.I. *Intertekst v romane A. Belogo "Peterburg": struktura, semantika, funktsionirovanie*. Diss. kand. filol. nauk [Intertext in the novel "Peterburg" by A. Bely: structure, semantics, functioning]. Yaroslavl', 2011. 262 p.
- Literaturnyy entsiklopedicheskiy slovar* [Encyclopedia of literature]. Moscow, Sov. entsiklopediya Publ., 1987. 752 p.

17. Aleshko-Ozhevskaya S.S. *Frazeologicheskiy sostav angliyskogo yazyka i problemy allyuzivnosti khudozhestvennogo teksta*. Diss. kand. filol. nauk [Phraseological contents of English and issues of allusiveness of the fiction text]. Moscow, 2006. 142 p.
18. Timenchik R.D. Akhmatova's strange word. *Russkaya rech'*, 1989, no. 3, pp. 33–36.
19. Ermolovich D.I. *Imena sobstvennye na styke yazykov i kultur. Zaimstvovanie i peredacha imen sobstvennykh s tochki zreniya lingvistiki i teorii perevoda* [Proper names across languages and cultures. Borrowing and translation of proper names in linguistics and translation theory]. Moscow, R. Valent Publ., 2001. 200 p.
20. Heine H. Deutschland. Ein Wintermärchen. *Das Glück auf Erden: Ausgewählte Gedichte. Deutschland. Ein Wintermärchen*. Moskau, Progress Publ., 1980, pp. 211–293.
21. Zholkovskiy A.K. *Bluzhdayushchie sny i drugie raboty* [Wandering dreams and other works]. Moscow, Vostochnaya literatura Publ., 1994. 427 p.

#### ONOMASTIC CITATION AS THE MEANS OF EXPRESSION OF INTERTEXTUAL CONNECTIONS IN THE POETIC DISCOURSE

© 2016

*Dzh.M. Dreeva*, Doctor of Sciences (Philology),

Associate Professor, assistant professor of Chair of the German language of the foreign languages department

*K. Khetagurov North Ossetian State University, Vladikavkaz (Russia)*

*Keywords:* intertextuality; onomastic citation; poetic text; poetic discourse; meaning making function; intertextual connections.

*Abstract:* In the framework of anthropocentric linguistics, the phenomenon of intertextuality is defined as a category of the text, being an element of culture, and is reckoned as one of the ways to express the author's "I" while interacting with other texts and their authors. In this paper, which studies the ways of revealing intertextuality within the poetic discourse, an onomastic citation is considered as one of the means of expression of intertextual connections in the poetic text. Various approaches to understanding of this phenomenon that represents a frequent type of citations in the fiction texts are analyzed. The correlation between onomastic citation and the proper name is established. The work raises the question about the mechanism of actualization of a citation-name in a poetic text. Based on the example of Heinrich Heine's epic poem "Germany. The winter tale", different types of onomastic citation are considered, ontological features and functions of the given stylistic device in the poetic work of a large scale genre are described. As a result of the conducted research, the author comes to the conclusion about the dominant role of the meaning making function of the onomastic citation in the analyzed work, and about the author's usage of this kind of references as a means of demonstration of intertextual connections in the poetic discourse. Addressing to the precedential names by using onomastic citations and appealing at the same time to the background knowledge of the reader, H. Heine enriches his text with reminiscent context, since onomastic citations are one of the ways of accumulating the reminiscent context and its implementation in the text. The correlation of the described fact or character with other already known historical personalities allows the author to attract additional connotations to the created images and, thus, expand the semantic potential of the poetic expression.

## ПРОБЛЕМА СЕМАНТИЧЕСКОГО ТОЛКОВАНИЯ АНГЛИЙСКИХ ЭКСПЕРИЕНЦИАЛЬНЫХ ГЛАГОЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ГЛАГОЛА *RELISH*)

© 2016

*Е.Г. Корнеева*, кандидат филологических наук, преподаватель департамента иностранных языков  
Московский физико-технический институт (государственный университет), Долгопрудный (Россия)

**Ключевые слова:** семантическая структура; семантическая роль; экспериенцер; семантический тип предиката; экспериенциальный тип предиката; эмоциональная сила; приложение эмоциональной силы; контролируемость за приложением эмоциональной силы.

**Аннотация:** Статья посвящена раскрытию семантической сущности английских экспериенциальных глаголов на примере глагола *relish*. Привлечение в исследовании метода семантического толкования позволило раскрыть специфику интегральных и дифференциальных признаков английских экспериенциальных глаголов, определяющих денотативную сферу их употребления. Использование семантических тестов, а также непосредственное участие информантов – носителей английского языка в исследовании дало возможность наиболее точно и ярко выразить особенности семантической природы английских экспериенциальных глаголов и определить условия их функционирования в языке. В ходе проведенного экспериментального исследования специально для данного пласта лексики был разработан понятийный язык, который позволил представить семантическую структуру вышеупомянутых глаголов в виде семантической модели. Кратко эту модель можно описать следующим образом. Семантическая роль левостороннего актанта при глаголе *relish* была определена нами как «экспериенцер». Для данной роли характерны следующие признаки: «– инициатива по преодолению препятствий, мешающих субъекту войти в желаемое состояние», «+ приложение эмоциональной силы», «– контролируемость за приложением силы на начальном этапе», «– контролируемость за приложением силы на конечном этапе». Дополнительно для этой роли можно выделить такие особенности субъекта, как «интеллектуальная деятельность» и «временной и итеративный факторы». Правосторонний актант при глаголе *relish* был охарактеризован нами как «качественный каузатор». Семантика этой роли обусловлена внешним фактором, каузативной сущностью эмоции, описываемой глаголом *relish*. Для выявления семантического типа предиката, характерного для английских экспериенциальных глаголов, в частности глагола *relish*, нами был выделен особый тип предиката – «экспериенциальный тип предиката».

В статье приводятся результаты экспериментально-исследования английских экспериенциальных глаголов на примере глагола *relish*, которое было проведено с использованием гипотетико-дедуктивного метода (подробнее о гипотетико-дедуктивном методе в исследовании семантической природы языковых единиц различного уровня см. [1–5] и др.).

Актуальность данного исследования обусловлена в первую очередь современным состоянием лексикографической практики. Как показал анализ, очень часто синонимы получают довольно сходные определения, из которых трудно понять все особенности их употребления, либо же синонимы истолковываются посредством друг друга.

Целью работы являлось определение семантических типов предикатов английских экспериенциальных глаголов и раскрытие их семантической природы на основе разработанного метаязыка, применимого в отношении данного пласта лексики.

Научная новизна данного исследования состоит в том, что в нем впервые на доказательной основе проведено разграничение значений между глаголами экспериенциальной семантики на основе различия в параметрах денотативной ситуации, сконструированы семантические модели английских экспериенциальных глаголов, выявлен набор элементарных семантических понятий, которые составляют содержание левостороннего и правостороннего актантов при исследуемых глаголах, также определен семантический тип предикатов глаголов анализируемой группы.

Исследование проведено на основе оригинальных текстов художественной литературы английских и аме-

риканских авторов XIX–XXI вв., современных периодических изданий и ресурсов сети Интернет. Методом сплошной выборки было отобрано более 2000 примеров. Дополнительно в ходе исследования был проанализирован материал опроса информантов – носителей английского языка. Опрос представлял собой оценки тех или иных случаев употребления глаголов и комментарии к ним. Предложенные информантами предложения, наиболее ярко иллюстрирующие сформулированные значения анализируемых глаголов, также подвергались оценке. В проведенном исследовании участвовало 15 информантов (носителей английского языка) из Великобритании, США, Канады, Австралии и Новой Зеландии. Как правило, это люди, имеющие высшее образование, задействованные в образовательной сфере.

Понятийный аппарат, разработанный в ходе исследования, включает в себя такие категории, как эмоциональная сила, приложение эмоциональной силы, контролируемость за приложением эмоциональной силы, семантическая роль субъекта – экспериенцер, семантический тип предиката – экспериенциальный тип.

Рассмотрим кратко, что вкладывается нами в данные понятия. Сила понимается как любой тип энергии, который способен производить действия, движения, изменения, иными словами – создавать «денотат» предиката [4, с. 44]. Приложение силы соотносимо с глаголами экспериенциальной семантики, поскольку субъект *X* в большинстве случаев – это живое существо, природа «наделила» его физической энергией.

Экспериенциальные глаголы употребляются со словами и выражениями, которые указывают на то, какие душевные (внутренние) силы вкладываются

в «формирование» чувства, например, *with all my heart, fondly, truly, deeply, tenderly, passionately* и др.:

*'Will it help you if I tell you first that I love you,' he whispered, 'that I adore you with all my heart?'* [6]

В ситуации с экспериенциальными глаголами субъект Х является мыслящим существом, в основе поведения которого лежит высшая психическая деятельность. В данном случае можно говорить о приложении субъектом эмоциональной силы.

Понятие «контролируемость» понимается нами как «приложение субъектом волевых усилий в виде сознательного управления начинанием, продолжением, качественным изменением, прекращением «работы», направленной на поддержание существования, проявление, функционирование объекта» [4, с. 46–48]. Иными словами, можно говорить о присутствии в семантической роли левостороннего актанта семантики контролируемости (приложения эмоциональной силы), если субъект способен инициировать или прекратить формирование чувства или эмоции. Однако в случае формирования чувства или эмоции независимо от сознательного управления субъекта семантическая роль характеризуется отсутствием признака контролируемости или отсутствием приложения эмоциональной силы.

Роль экспериенцера в семантическом осмыслении может быть представлена следующим образом: субъект является источником биологической силы, ее приложение происходит неосмысленно. Будучи носителем высшей психической деятельности, субъект получает информацию об объекте. В результате происходит сенсорное восприятие объекта. Следующее за этапом возникновения образа объекта приложение эмоциональной силы со стороны субъекта обеспечивает обработку информации об объекте и, как результат, формирование определенного чувства/эмоции в отношении его (подробно о теоретическом обосновании методики разработки метаязыка исследования см. [7–13]).

Итак, рассмотрим, что из себя представляет семантическая структура глагола *relish*.

Рассмотрение семантической сущности глагола *relish* выявило определенное сходство с глаголом *enjoy*. Основное различие заключается в том, что эмоция, которую описывает глагол *relish*, является более сложной по своей природе. Подтверждением этому факту служит тест на свободную интерпретацию, который обнаруживает возможность употребления глагола *relish* с наречием *absolutely*:

(1) *There are times when I absolutely relish Dan Wootton's utter lack of finesse and this is one of them* [14].

Нормативность высказывания (1) указывает на то, что обозначенные глаголом *relish* чувства характеризуются наивысшим положением на оси интенсивности. Чувства же, которые описываются глаголом *enjoy*, занимают срединное положение на данной оси, о чем свидетельствует пример информанта-носителя языка:

(2) \* *She absolutely enjoys reading Matthew's books.*

Таким образом, признак «проявление высшей степени положительной эмоции» можно считать отличительным для глагола *relish* по отношению к глаголу *enjoy*.

Сложность испытываемой эмоции, описываемой глагольной единицей *relish*, объясняется тем, что в ситуации с глаголом *relish* объектом является чаще всего абстрактное явление (3)–(7):

(3) *The team's coach, Betty Galsworthy, will relish the prospect of pitting her team against the world champions from New Zealand* [15].

(4) *He relishes the time he spends with his grandchildren.* – Пример информанта.

(5) *Even narcotics officials do not relish the idea of killing farmers* [16].

(6) *You could relish both the pain of the children and your grief at the same time* [17].

(7) *She obviously relishes the opportunity of campaigning against her old rival* [18].

Глагол *enjoy*, напротив, не имеет ограничений по этому принципу:

(8) *Young people turn to computers, partly for games but increasingly to enjoy social-networking sites* [19, p. 245].

Тем не менее исследование фактического материала обнаружило ряд случаев употребления глагола *relish* с материальным объектом:

(9) *But although we drink goats milk, and relish goats cheese, we're reluctant to eat goats meat* [18].

(10) *As if he had been waiting for this moment, he asked his father if he didn't relish pork pies?* [20, p. 102].

По оценкам информантов – носителей языка, этот случай также указывает на сложную и интенсивную природу эмоции, несмотря на материальную природу объекта.

Многоплановость, сложность эмоции, которую испытывает субъект в ситуации с глаголом *relish*, обуславливает включение интеллектуальной деятельности, а именно ее способности избирать и анализировать. Данный признак глагола *relish* является дифференциальным по отношению к глаголу *enjoy*, семантическая сущность которого не подразумевает активную работу ума. Эмоция-чувство, содержание которой передает глагольная единица *relish*, не спонтанная, на ее создание требуется определенное время и опыт переживания этих моментов:

(11) *For the last month he has relished driving through the cold and the foggy damp from his Nottingham home to the Headingley indoor nets a few days a week for practice with the rest of the England team* [21].

Субъект *he* в данном примере, «встретившись» с явлением действительности *driving through the cold and the foggy damp for practice*, попробовав несколько раз и осознав положительные моменты данного явления, начал испытывать удовольствие от него на протяжении некоторого периода времени *for the last month*.

Избирательная способность умственной деятельности в отношении формирования эмоции, которая заложена в семантике глагольной единицы *relish*, и неглубокие (поверхностные) ощущения, не вовлекающие особую работу мысли, описываемые глаголом *enjoy*, достаточно ярко отображены в следующем примере:

*He was, to her amazement, remarkably patient with her efforts, and she found she was actually enjoying the lesson, relishing the challenge of making her body work with the skis instead of against them* [22].

В данной ситуации субъект *she* испытывает удовольствие от деятельности *the lesson*, оценивая ее по критерию «нравится – не нравится», но употребление во второй части предложения *relishing the challenge of making her body work with the skis instead of against them*

конкретизирует чувства субъекта, раскрывая подлинную причину удовольствия.

Семантическая роль субъекта при глаголе **relish** может быть обозначена как экспериенцер, поскольку в его семантической структуре мы находим признаки: «+ Приложение эмоциональной силы», «- Контролируемость за приложением силы на начальном этапе», «- Контролируемость за приложением силы на конечном этапе», «- Инициатива по преодолению препятствий, мешающих субъекту войти в желаемое состояние».

Наличие в семантической структуре левостороннего актанга глагола признака «Инициатива по преодолению препятствий, мешающих субъекту войти в желаемое состояние» подтверждается способностью глагольной единицы употребляться с глаголами *want*, *would like*, *make up one's mind*, которые указывают на проявление волеизъявления со стороны субъекта.

Как показали тесты, глагол **relish** имеет ярко выраженные ограничения на употребление с глаголами подобного типа:

\**I want to relish the challenge of a fight with him.*

\**I made up my mind to relish a bottle of pretty good Madeira and a couple of large rabbits.*

Таким образом, мы не можем говорить о наличии в семантической структуре левостороннего актанга глагола **relish** признака «Инициатива по преодолению препятствий, мешающих субъекту войти в желаемое состояние».

Присутствие в структуре левостороннего актанга глагола **relish** признака «Приложение эмоциональной силы» подтверждается тестом на употребление глагола в структурах типа *it is/was difficult*:

*It was difficult to relish the prospect of running a big department.* – Пример информанта.

Управление процессом переживания эмоции нехарактерно, следовательно, отсутствие в содержании левостороннего актанга глагола признака «Контролируемость за приложением эмоциональной силы на начальном и конечном этапах» подтверждают ограничения на употребление глагола в положительной и отрицательной императивных конструкциях:

\**Relish the idea of secret investigations!*

\**You should relish this controversy.*

\**Don't relish the time you spend with your grandchildren!*

Неспособность субъекта начинать и завершать процесс переживания чувства-эмоции обусловлена внешним фактором, каузативной сущностью эмоции, передаваемой глагольной единицей **relish**. Анализ семантики правостороннего актанга глагола выявил признаки, присущие семантической роли «качественный каузатор». Данный факт подтверждается положительным поведением глагола в ответе на вопрос *What is it about X that Y relishes?*:

(12) *Many of the tourists who enjoy visiting Madeira relish the freedom of not being confined to a hotel's restrictions and meal times* [21].

*What is it about the freedom that many of the tourists relish? – it is not being confined to a hotel's restrictions and meal times.*

(13) *Anton Rodgers says that Town should relish the challenge of going to play in a stadium like Valley Pa-*

*rade when they take on Bradford City tomorrow afternoon in League 1* [23].

*What is it about going to play in a stadium like Valley Parade that Town should relish? – its challenge.*

(14) *He relished making broadcasts and giving talks* [24].

*What is it about broadcasts and talks that he relishes? – making and giving them.*

Нормативность данных вопросов указывают на каузативную природу объекта глагола **relish**. Тем не менее, в отличие от остальных глаголов исследуемой группы, положительное эмоциональное состояние субъекта вызывает не сам объект, а его особая качественная характеристика, необычность, приметность. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что семантическая роль правостороннего актанга глагола **relish** характеризуется семантической ролью «качественный каузатор».

Итак, семантическую модель глагола **relish** можно представить следующим образом:

**relish**

R X – Субъект

Семантическая роль субъекта:

Экспериенцер:

Инициатива по преодолению препятствий, мешающих субъекту войти в желаемое состояние: –

Приложение эмоциональной силы: +

Контролируемость за приложением силы на начальном этапе: –

Контролируемость за приложением силы на конечном этапе: –

Интеллектуальная деятельность

Временной и итеративный факторы

У Качественный Каузатор

Семантический тип предиката: Экспериенциальный тип предиката.

Таким образом, в результате проведенного исследования были определены параметры ситуации употребления глагола **relish**, сформулирована метаязыковая модель значения данной глагольной лексемы с соответствующим набором семантических компонентов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щерба Л.В. О тройном аспекте языковых явлений и об эксперименте в языкознании // *Языковая система и речевая деятельность*. М.: Наука, 1974. С. 24–38.
2. Селиверстова О.Н. Семантические типы предикатов в английском языке // *Семантические типы предикатов*. М.: Наука, 1982. С. 86–216.
3. Сулейманова О.А. К обоснованию экспериментальной методики в семантике // *Грамматические и семантические исследования языков разных систем*. М.: Институт языкознания АН СССР, 1986. С. 142–150.
4. Шабанова Т.Д. Семантическая модель английских глаголов зрения: Теоретико-экспериментальное исследование : дис. ... д-ра филол. наук. Уфа, 1998. 198 с.
5. Ильчук Е.В. Мышление и восприятие сквозь призму языка (на материале английского языка). М.: Прометей, 2004. 264 с.
6. Marton S. *Roman spring*. Richmond: Mills & Boon, 1993. 192 p.

7. Кузнецова Е.Г. Английские глаголы экспериенциальной семантики в системе классификации предикатов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2: Языкознание. 2010. № 1. С. 129–134.
8. Кузнецова Е.Г. Экспериенцер как семантическая роль актанта предиката (семантическое толкование) // Вестник Челябинского государственного университета. 2010. № 7. С. 82–86.
9. Кузнецова Е.Г. Семантический потенциал английских экспериенциальных глаголов // Вестник Челябинского государственного университета. 2010. № 13. С. 83–87.
10. Кузнецова Е.Г. Семантическая структура английских эмоциональных глаголов // Проблемы лингвистики, методики обучения иностранным языкам и литературоведения в свете межкультурной коммуникации: материалы международной научно-практической конференции. Уфа: Изд-во БГПУ, 2007. С. 90–93.
11. Кузнецова Е.Г. Экспериенциальные глаголы в контексте грамматики конструкций (на материале англ. языка) // Современный педагогический университет как центр интеграции науки и образования: материалы внутривузовской научно-практ. конференции. Уфа: Изд-во БГПУ, 2009. С. 66–69.
12. Корнеева Е.Г. Метод семантического толкования в исследовании английских экспериенциальных глаголов (на примере глагола love) // Единицы языка и речи: лингвистические, переводческие и дидактические проблемы: материалы Всероссийской научно-теоретической конференции. Уфа: Изд-во БГПУ, 2010. С. 181–187.
13. Корнеева Е.Г. Семантическая модель английских экспериенциальных глаголов : дис. ... канд. филол. наук. Уфа, 2010. 146 с.
14. This is a blog. URL: [lapelosa.tumblr.com/post/138172302367](http://lapelosa.tumblr.com/post/138172302367).
15. Today. URL: [today.com](http://today.com).
16. Brett S. Cast in order of disappearance. URL: [nemaloknig.info/read-159985/?page=11](http://nemaloknig.info/read-159985/?page=11).
17. Aldiss B. *A Tupolev too far*. London: HarperCollins, 1993. 200 p.
18. MacMillan Dictionary. URL: [macmillandictionary.com/dictionary/british/relish\\_1](http://macmillandictionary.com/dictionary/british/relish_1).
19. Hewitt K. *Understanding Britain Today*. Oxford: Perspective Publications Ltd, 2009. 307 p.
20. Kureishi H. *My son the fanatic. A New Book of Contemporary British Stories*. Oxford: Perspective Publications, 2005. 172 p.
21. Reverso Context. URL: [context.reverso.net](http://context.reverso.net).
22. Elliot R. *Winter challenge*. Richmond: Mills & Boon, 1993. 162 p.
23. Swindon Town Football Club. URL: [swindontownfc.co.uk/news/article](http://swindontownfc.co.uk/news/article).
24. Nicholls C.S. *The Dictionary of National Biography: Missing persons*. Oxford: Oxford University Press, 1993. 768 p.
25. Seliverstova O.N. Semantic types of predicates in English. *Semanticheskie tipy predikatov*. Moscow, Nauka Publ., 1982, pp. 86–216.
26. Suleymanova O.A. On the grounding of the experimental method in semantics. *Grammaticheskie i semanticheskie issledovaniya yazykov raznykh sistem*. Moscow, Institut yazykoznaniiya AN SSSR Publ., 1986, pp. 142–150.
27. Shabanova T.D. *Semanticheskaya model' angliyskikh glagolov zreniya: Teoretiko-eksperimentalnoe issledovanie*. Diss. dokt. filol. nauk [Semantic model of English verbs of sight: Theoretic and experimental research]. Ufa, 1998. 198 p.
28. Il'chuk E.V. *Myshlenie i vospriyatie skvoz prizmy yazyka (na materiale angliyskogo yazyka)* [Thinking and perception through the prism of language (on the material of the English language)]. Moscow, Prometey Publ., 2004. 264 p.
29. Marton S. *Roman spring*. Richmond, Mills & Boon, 1993. 192 p.
30. Kuznetsova E.G. English experiential verbs in semantic type predicate system. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 2: Yazykoznanie*, 2010, no. 1, pp. 129–134.
31. Kuznetsova E.G. Experienter as actant semantic role of predicate. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2010, no. 7, pp. 82–86.
32. Kuznetsova E.G. Semantic potential of English experiential verbs. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2010, no. 13, pp. 83–87.
33. Kuznetsova E.G. Semantic structure of the English emotional verbs. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Problemy lingvistiki, metodiki obucheniya inostrannym yazykam i literaturovedeniya v svete mezhkulturnoy kommunikatsii"*. Ufa, BGPU Publ., 2007, pp. 90–93.
34. Kuznetsova E.G. Experimental verbs in the context of grammar structures (on the material of the English language). *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Sovremenniy pedagogichesky universitet kak tsentr integratsii nauki i obrazovaniya"*. Ufa, BGPU Publ., 2009, pp. 66–69.
35. Korneeva E.G. Method of semantic interpretation in the study of English experiential verbs (on the example of the verb "to love"). *Materialy Vserossiyskoy nauchno-teoreticheskoy konferentsii "Edinitsy yazyka i rechi: lingvisticheskie, perevodcheskie i didakticheskie problemy"*. Ufa, BGPU Publ., 2010, pp. 181–187.
36. Korneeva E.G. *Semanticheskaya model' angliyskikh eksperientsialnykh glagolov*. Diss. kand. filol. nauk [Semantiv model of the English experiential verbs]. Ufa, 2010. 146 p.
37. This is a blog. URL: [lapelosa.tumblr.com/post/138172302367](http://lapelosa.tumblr.com/post/138172302367).
38. Today. URL: [today.com](http://today.com).
39. Brett S. Cast in order of disappearance. URL: [nemaloknig.info/read-159985/?page=11](http://nemaloknig.info/read-159985/?page=11).
40. Aldiss B. *A Tupolev too far*. London, HarperCollins, 1993. 200 p.
41. MacMillan Dictionary. URL: [macmillandictionary.com/dictionary/british/relish\\_1](http://macmillandictionary.com/dictionary/british/relish_1).
42. Hewitt K. *Understanding Britain Today*. Oxford, Perspective Publications Ltd, 2009. 307 p.

## REFERENCES

1. Shcherba L.V. On the threefold aspect of linguistic phenomena, and an experiment in linguistics. *Yazykovaya sistema i rechevaya deyatelnost*. Moscow, Nauka Publ., 1974, pp. 24–38.

20. Kureishi H. *My son the fanatic*. A New Book of Contemporary British Stories. Oxford, Perspective Publications, 2005. 172 p.
21. Reverso Context. URL: context.reverso.net.
22. Elliot R. *Winter challenge*. Richmond, Mills & Boon, 1993. 162 p.
23. Swindon Town Football Club. URL: swindontownfc.co.uk/news/article.
24. Nicholls C.S. *The Dictionary of National Biography: Missing persons*. Oxford, Oxford University Press, 1993. 768 p.

**PROBLEM OF SEMANTIC INTERPRETATION OF THE ENGLISH EXPERIENTIAL VERBS  
(ON THE EXAMPLE OF THE VERB RELISH)**

© 2016

*E.G. Korneeva*, PhD (Philology), lecturer of the foreign languages department  
*Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Dolgoprudny (Russia)*

*Keywords:* semantic structure; semantic role; experiencer; semantic type of predicate; experiential type of predicate; affective power; application of affective power; control over application of affective power.

*Abstract:* The paper reveals semantic essentials of the English experiential verbs on the example of the verb *relish*. Involvement of semantic interpretation method into the study has allowed revealing the specifics of the integral and differential features of the English experiential verbs which define denotative scope of their use. The use of semantic tests, as well as the immediate participation of the informants – English native speakers in the study, made it possible to express more accurately and clearly the features of semantic nature of the English experiential verbs and determine the conditions of their functioning in the language. In the course of the pilot study, specifically for the particular stratum of vocabulary, a conceptual language was developed, which allowed presenting the semantic structure of the abovementioned verbs as a semantic model. Briefly, this model could be described as follows. The semantic role of the left actant at the verb *relish* was defined as “experiencer”. The following attributes are specific for this role: “– initiative aimed at crossing obstacles which prevent a person from entering the desired state”, “+ application of affective power”, “– control over application of power on the initial stage”, “– control over application of power on the final stage”. In addition, it is possible to identify for this role such peculiarities of a person as “intellectual activity” and “time and iterative factors”. Right-hand actant at the verb *relish* was described as a “qualitative causer”. The semantics of this role depends on the external factor, the causative substance of the emotion described by the verb *relish*. To identify the semantic type of predicate typical for the English experiential verbs, particularly the verb *relish*, the author has distinguished a special type of predicate – “experiential type of the predicate”.

## ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗРАБОТИЦУ НА РЫНКЕ ТРУДА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2016

*А.А. Мамедов*, аспирант кафедры «Теория и история социологии» факультета социологии, экономики и права  
Московский педагогический государственный университет, Москва (Россия)

*Ключевые слова:* рынок труда; безработица (фрикционная, сезонная, структурная, циклическая); уровень безработицы; открытая/скрытая безработица.

*Аннотация:* В статье проводится анализ социальной сущности безработицы населения как важнейшей характеристики рынка труда, исследование тенденций роста безработицы, изменений в ее структуре и составе, социальных последствий. Выявляются особенности безработицы в контексте общих социальных процессов, протекающих в российском обществе, а также изучаются основные направления государственной политики занятости населения и ее реализации, комплекса практических мер по сокращению безработицы в РФ. Безработица ведет к недоиспользованию такого важного ресурса, как человеческий капитал, углублению социальной дифференциации, существенному сокращению потенциального внутреннего продукта и национального дохода. Исследование состояния безработицы в РФ в 2005–2013 годах показало устойчивую тенденцию к ее снижению. По мнению автора статьи, негативной тенденцией на рынке труда является сокращение числа официально зарегистрированных безработных в службах занятости, что, вероятнее всего, объясняется скептическим отношением граждан к регистрации на бирже труда, неверием в способность государственной службы занятости найти им работу. Проведенный анализ динамики уровня молодежной безработицы за период с 2005 по 2013 год позволяет сделать вывод о повышении уровня безработицы в группе молодежи до 29 лет. Далее, в качестве положительной тенденции следует отметить сокращение средней продолжительности периода безработицы у молодежи в возрасте от 15 до 29 лет по сравнению со старшими возрастными группами. В соответствии со стратегическими ориентирами Концепции социально-экономического развития РФ необходимо предоставлять более широкие возможности для трудоустройства молодежи, использовать гибкие формы занятости, а также создавать максимально благоприятные условия для предпринимательской инициативы безработных.

В настоящее время безработица является сложной социально-экономической и серьезной политической проблемой общества. Безработица ведет к недоиспользованию такого важного ресурса, как человеческий капитал, углублению социальной дифференциации, значительному сокращению потенциального внутреннего продукта и национального дохода и даже социальным потрясениям всего общества.

В современной зарубежной и отечественной литературе имеются различные точки зрения на понимание сущности безработицы.

Так, Э. Райхлин рассматривает безработицу в широком и узком смыслах. В широком понимании безработица, с его точки зрения, – это недоиспользование способных и готовых быть использованными как трудовых (рабочая сила), так и нетрудовых (физический капитал и земля) экономических ресурсов, хозяева или обладатели которых активно ищут возможность их использования; в узком смысле – это недоиспользование лишь трудовых ресурсов, которые становятся резервной армией труда [1, с. 4].

Ряд исследователей считает, что безработица – это ситуация в экономике, при которой значительная часть трудоспособного населения, становясь относительно избыточной (резервной армией труда), не имеет работы, ищет ее и готова переqualificироваться [2, с. 27].

Существует мнение, что безработица – это добровольная или вынужденная незанятость, возникающая вследствие постоянного нарушения равновесия на рынке труда, когда предложение труда превышает спрос на него [3, с. 4].

Е.А. Авдеева отмечает, что безработица – это сложное, многоаспектное социально-экономическое явление,

закрывающееся в неэффективном использовании кадров на предприятиях, в отсутствии рабочих мест для части рабочей силы, имеющей возможность и желание трудиться, а также в ее нежелании быть занятой при уровне заработной платы ниже прожиточного минимума [4, с. 15–16].

В.И. Плакся трактует безработицу как отсутствие занятости по экономическим и иным причинам у определенной, большей или меньшей в каждый данный момент, части рабочего населения страны, способной и желающей трудиться [5, с. 27].

Исходя из рассмотренных точек зрения, можно сделать вывод о том, что общим для всех приведенных понятий безработицы является определение безработицы как явления, которое характеризуется незанятостью части экономически активного населения, вызванной несоответствием спроса и предложения рабочей силы на рынке труда.

Таким образом, безработица – это добровольная или вынужденная незанятость трудоспособного населения вследствие постоянного нарушения равновесия между предложением рабочей силы и спросом на рынке труда. Действие экономических законов спроса и предложения на рынке труда предопределило появление в России массовой безработицы.

При исследовании понятия «безработица» необходимо учитывать не только экономический, но и важный социальный аспект данного явления, в условиях которого происходит недоиспользование общественного ресурса, что неизменно сказывается на уровне жизни населения: усиливает его социальную дифференциацию, значительно уменьшая платежеспособность [6, с. 41].

Специфика перехода России к реальным рыночным отношениям обуславливает особенности причин, форм и характера безработицы. По словам В.Л. Бойко, российская безработица вызвана структурно-регрессивным спадом производства в условиях разрушения прежних рынков и механизмов функционирования хозяйства при медленном формировании новых рынков и рыночных механизмов регулирования и саморегулирования экономики [7, с. 155].

Выделяются следующие основные виды безработицы: фрикционная, сезонная, структурная и циклическая.

В условиях перехода от планового хозяйства к экономике происходит увеличение уровня фрикционной безработицы. Фрикционная безработица, основным источником которой является текучесть персонала, характеризуется временной незанятостью экономически активного населения в связи с изменением места работы и поиском новой подходящей работы (более соответствующей квалификации, отвечающей требованиям к размеру оплаты, с наиболее удобным территориальным расположением и т. д.).

Существует мнение, что на уровень увольнений по собственному желанию в современной России влияет ряд объективных факторов: технический и технологический прогресс; сезонный характер производства в ряде отраслей народного хозяйства (строительство, сельское хозяйство и др.); увеличение конкуренции как между предпринимателями, так и между наемными работниками за более выгодные условия приложения труда и др. Среди мотивов этого социально-экономического явления в современных российских условиях выделяются: низкая заработная плата или нерегулярность ее выплаты; длительные, неоплачиваемые отпуска; работа неполный рабочий день (неделю); работа многих работников не по специальности или квалификации; отсутствие перспектив для профессионального (карьерного) роста; тяжелые условия труда (график работы) [8].

Сезонная безработица существует в таких отраслях, как сельское хозяйство, розничная торговля, обслуживание туристов, отдельные виды рыболовства и охоты, строительство и добыча полезных ископаемых в районах Крайнего Севера и др. Спрос на рабочую силу в этих отраслях колеблется от сезона к сезону, особенно в период кризисов и депрессий.

Для российской экономики характерна структурная безработица (безработица устаревших профессий), которая возникла ввиду структурных преобразований в экономике, трансформации форм собственности, перестройки системы управления и политического устройства общества. В рамках структурной безработицы выделяют такие ее виды, как конверсионная (возникающая за счет сокращения армии и ВПК), технологическая (связанная с технико-технологическими изменениями в производстве, в том числе внедрением новой техники), интеллектуальная (порождаемая перепроизводством специалистов с высшим образованием при снижении потребности в их количестве). Структурная безработица имеет преимущественно вынужденный и более длительный характер, так как у этой категории безработных нет «готовых к продаже» навыков к работе, и получение рабочих мест для них связано с профессиональным обучением, нередко сопровождается сменой места жительства [6, с. 34, 35].

Что касается циклической безработицы, то она вызывается неравномерностью развития экономики, резким сокращением производства в связи с циклически возникающими экономическими спадами и кризисами. Циклическую безработицу можно характеризовать как безработицу недостаточного спроса на труд, порождающего хаос в экономике. Это самая тяжелая форма безработицы с наиболее разрушительными для людей социально-экономическими последствиями.

Следует отметить так называемую институциональную безработицу, связанную с современным устройством институтов рынка труда и факторами, влияющими на спрос и предложение рабочей силы (несовершенством налоговой системы, введением гарантированного минимума заработной платы, инерционностью рынка рабочей силы, несовершенством информации о свободных рабочих местах). В этих случаях возрастает продолжительность безработицы, так как гасятся стимулы для энергичных поисков работы [9, с. 204].

Исходя из общего понятия безработицы как дисбаланса между спросом и предложением на рынке труда, выделяют открытую (реальную) безработицу, возникающую в случае, если предложение превышает спрос, и скрытую безработицу – при превышении спроса над предложением и реальной потребностью.

Частью открытой безработицы является зарегистрированная безработица. В соответствии с п. 1 ст. 3 Закона о занятости регистрация в органах службы занятости в России является обязательным условием признания гражданина безработным.

Скрытая безработица характеризуется формальной занятостью, когда люди работают по найму, однако не удовлетворены своей работой, заняты неполный рабочий день или отправлены в административный отпуск без соответствующей оплаты и поэтому ищут другую работу. Для стран с переходной экономикой характерен феномен *недозанятости*: сталкиваясь с многочисленными негативными шоками, которыми сопровождался процесс системной трансформации, российские предприятия предпочитали не прибегать к массовым сокращениям работников, а переводить их на сокращенный график работы или отправлять в вынужденные административные отпуска [10, с. 22].

В России в настоящее время скрытая безработица получила особое развитие, что, несомненно, вызывает у населения огромное количество социальных проблем, как открытых, так и закрытых. Так, отсутствие стимулов к труду ведет к низкой производительности труда, когда работу одного человека выполняют двое. Это свидетельствует о том, что одно рабочее место лишнее, а уровень скрытой безработицы достигает 50 %.

Современные исследователи классифицируют безработицу по признакам субъектного состава и выделяют несколько ее видов: а) профессиональную, которая характеризуется как незанятость экономически активного населения среди представителей отдельных профессиональных групп, вызванная их значительным переизбытком по сравнению с потребностями; б) половозрастную, которая подразделяется на женскую и молодежную.

Говоря об особенностях женской безработицы, следует учитывать наличие особой социальной роли лиц женского пола – рождение и воспитание детей, выполнение

которой требует особого режима работы и необходимости предоставления дополнительных, по сравнению с мужчинами, льгот и гарантий. Что касается безработных женщин в предпенсионном возрасте, то им, в отличие от безработных мужчин, труднее найти работу, они нуждаются в социальной защите со стороны государства.

Особую остроту социальной напряженности на российском рынке труда создает высокий уровень безработицы среди наиболее уязвимой социальной группы – молодежи, что связано с низким спросом на услуги их труда. Интерес для работодателей представляют высококвалифицированные кадры, таковыми можно стать лишь после 10–15 лет работы.

Нельзя обойти вниманием тот факт, что высокие требования работодателей к уровню профессиональной подготовки специалистов, вызванные стремительными темпами НТП и переходом России к новому типу хозяйствования, и одновременно снижение уровня образования привели к появлению новых видов безработицы:

– «квалификационной», вызванной структурным несоответствием предложения рабочей силы и спросом на нее. Работодатели нуждаются не в высококвалифицированных специалистах, а в узкоспециализированных кадрах, в основном рабочих специальностей;

– «асимметричной», связанной с перенасыщением рынка труда специалистами «престижных» профессий и с недостатком всех остальных.

Основной проблемой современного рынка труда является безработица, связанная с отсутствием у молодых специалистов мотивации к работе по производственным специальностям: молодежь, ориентируясь на быстрое получение материальных благ, выбирает не будущую специальность, а работу с престижным заработком. Ситуация на рынке труда складывается таким образом, что при наличии большого количества вакантных мест по рабочим специальностям, то есть при высоком уровне предложения, на них отсутствует спрос

со стороны незанятой рабочей силы [11]. Все вышеперечисленные формы безработицы своеобразно проявляются в современной российской экономике.

В настоящее время проблеме безработицы в России стало уделяться значительное внимание, что привело к тенденции ее снижения. Рассмотрим динамику изменения уровня безработицы экономически активного населения в возрасте 15–72 лет в РФ в период с 2005 по 2013 год, которая представлена в таблице 1 [12; 13].

Исходя из данных таблицы 1, можно увидеть, что уровень безработицы в РФ за 2013 год уменьшился по сравнению с 2005 годом на 1,6 %. В качестве отрицательной тенденции на российском рынке труда следует признать сокращение в общей численности безработного населения доли безработных, зарегистрированных в государственной службе занятости. В целом уровень регистрируемой безработицы по итогам 2013 года снизился до 1,2 % – 918 тыс. чел. (в 2005 году он составлял 2,4 % – 1830 тыс. чел.). По сравнению с 2005 годом в 2013 году численность трудоустроенных лиц уменьшилась на 33,7 % (1374,6 тыс. чел.). Из этого можно сделать вывод о некотором ослаблении интереса населения к регистрации в государственной службе занятости и его переориентации на использование альтернативных вариантов поиска работы, что служит еще одним доказательством пока недостаточно высокой эффективности функционирования этой структуры на отечественном рынке труда. В обществе широко распространено мнение о том, что государственная служба занятости населения не способна оказать реальную помощь в трудоустройстве. По мнению Е.А. Долгих, причинами разрыва между зарегистрированной безработицей и безработицей по методологии Международной организации труда (МОТ) являются: низкий уровень пособий по безработице и задержки по их выплате; возможность найти работу в неформальном секторе экономики; наличие скрытых безработных, месяцами

*Таблица 1. Динамика изменения уровня безработицы экономически активного населения в возрасте 15–72 лет в РФ (2005–2013)*

Категории граждан	Год								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Население в возрасте 15–72 лет – всего (тыс. чел.)	111 519	112 177	112 229	112 258	111 917	111 533	110 916	110 222	110 222
Экономически активные (тыс. чел.)	73 811	74 156	75 060	75 892	75 524	75 478	75 779	75 676	75 529
Экономически неактивные (тыс. чел.)	37 938	37 758	36 940	36 558	36 223	36 055	35 137	34 546	34 693
Уровень занятости, %	61,3	61,7	63,2	63,1	62,3	62,7	63,9	64,9	64,8
Занятые (тыс. чел.)	68 603	69 157	70 814	70 603	69 361	69 934	70 857	71 545	71 391
Уровень безработицы, %	7,1	6,7	5,7	7,0	8,2	7,3	6,5	5,5	5,5
Безработные (тыс. чел.)	5208	4999	4246	5289	6162	5544	4922	4131	4137
Безработные, зарегистрированные в государственных учреждениях службы занятости (тыс. чел.)	1830	1742	1553	1522	2147	1589	1286	1065	918

не получающих заработную плату и продолжающих формально числиться занятыми [14].

Следует отметить, что в России, в отличие от большинства западноевропейских стран, выплатой пособий по безработице охвачен широкий круг безработных, однако сам размер пособия весьма незначителен. В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 октября 2013 г. № 973 минимальная величина пособия по безработице на 2014 год составляет 850 руб., максимальная величина – 4900 руб. [15].

Таким образом, действующий размер пособия не соответствует его назначению, так как фактически не является материальным возмещением утраченного заработка при потере работы, не способствует поддержанию социально приемлемого уровня жизни безработных граждан и не позволяет сосредоточиться на активном поиске нового места работы.

Между общими макроэкономическими изменениями и динамикой уровня безработицы прослеживается явная связь. За период с 2005 по 2007 год уровень безработицы снизился с 7,1 до 5,7 % от численности экономически активного населения, а сама численность безработных, по данным выборочных опросов населения Росстатом, сократилась с 5208 до 4246 тыс. чел., или примерно на 18,4 %.

Экономический кризис 2008 года актуализировал проблему открытой безработицы в России, масштабы которой действительно возросли. По данным Росстата, в 2009 году общая численность безработных в РФ достигла 6162 тыс. чел., что на 873 тыс. чел. больше, чем годом ранее. Уровень безработицы, исчисленный по методике МОТ, увеличился с 7,0 до 8,2 % (см. таблицу 1). Итак, стремительный рост безработицы напрямую связан с последствиями мирового экономического кризиса.

Необходимо отметить, что актуальной социально-экономической проблемой в условиях мирового кризиса стала проблема вынужденной неполной занятости работников. Если на этапе экономического подъема большая часть занятых в российской экономике работала в условиях нормальной продолжительности рабочей недели, то во время кризиса 2008–2009 годов возрос контингент работников, занятых в условиях как более длительной рабочей недели, так и более короткой.

Так, если в 2005 году 31–40 часов отработывали 82,1 %, то в 2013 году – 85,3 %. За 2005–2013 годы доля работников, работавших в условиях более высокой (более 40 часов) продолжительности рабочей недели, со-

кратилась с 8,4 до 6,3 %. В то же время доля занятых в условиях сокращенной рабочей недели (менее 30 часов включительно) также уменьшилась с 6,5 до 5,3 %. Таким образом, на стадии экономического подъема в России происходила унификация длительности рабочей недели.

За период с 2008 по 2009 год при общем сокращении численности работников с нормальной продолжительностью рабочей недели на 1190 тыс. чел. численность занятых с более короткой рабочей неделей (21–30 часов) возросла на 273 тыс. чел. Численность занятых с более продолжительной неделей, чем нормальная (более 40 часов), сократилась на 1002 тыс. чел.

Экономический кризис привел к расширению неполной занятости и перераспределению рабочей нагрузки от уволенных работников в пользу тех, которые сохранили свои рабочие места. Снижение объемов производства, оказания услуг или приостановка деятельности предприятий выступали основной причиной того, что в указанный период значительное число работников пребывали в простое или были заняты неполное рабочее время.

В 2013 году 4137 тыс. чел. (5,6 %) не имели занятия, но активно его искали (в соответствии с методологией Международной организации труда они классифицируются как безработные). Таким образом, безработными являлись 2242 тыс. мужчин (54,2 %) и 1896 тыс. (45,8 %) женщин. В условиях старения занятого населения (средний возраст работников в отечественной экономике за 2005–2013 годы повысился с 39,7 до 40,3 лет) возраст безработных за тот же период также повысился с 34,7 до 35,6 лет. В 2005 году средний возраст безработных мужчин был на 0,7 лет ниже, чем у женщин, а различия среднего возраста безработных женщин и безработных мужчин в 2013 году составляют только 0,1 лет. Численность безработных в экономике по полу и по возрасту представлена в таблице 2 [13].

В Российской Федерации максимальный возраст отнесения к группе «молодежь» составляет 29 лет. Уровень безработицы среди молодежи (отношение численности безработных молодых людей к численности экономически активного населения) в 2013 году оказался значительно выше, чем в старших возрастных группах, и составил 2,2 % (1704 тыс. чел.), что на 0,7 % меньше аналогичного показателя 2005 года.

В 2013 году доля безработных в возрасте до 29 лет составила 41,2 % (1704 тыс. чел.) в общей численности

Таблица 2. Численность безработных в экономике по полу и по возрасту

Год	Безработные (тыс. чел.)	Мужчины (тыс. чел.)	Женщины (тыс. чел.)	Средний возраст безработных (лет)	Средний возраст мужчин (лет)	Средний возраст женщин (лет)
2005	5208	2801	2407	34,8	34,5	35,2
2006	4999	2631	2368	34,1	34,2	34,1
2007	4246	2271	1975	34,6	34,3	34,8
2008	5289	2901	2388	34,9	34,5	35,4
2009	6162	3225	2937	35,6	35,4	35,7
2010	5544	3034	2510	35,3	35,3	35,4
2011	4922	2684	2238	35,5	35,5	35,6
2012	4131	2250	1881	35,1	35,2	34,9
2013	4137	2242	1895	35,6	35,6	35,5

безработных против 41,4 % (2156 тыс. чел.) в 2005 году. Численность безработных в возрастной группе 15–19 лет за обследуемый период сократилась с 9,5 до 4,3 % и составила 178 тыс. чел.

Наибольшая численность безработных приходится на возрастную интервал от 20 до 24 лет: 21,3 %, или 881 тыс. чел., от общей численности безработных, что на 72 тыс. чел. меньше, чем за тот же период 2005 года. Доля безработных в их общей численности в возрасте 25–29 лет составила 15,6 %, или 645 тыс. чел., что на 63 тыс. чел. меньше, чем за тот же период 2005 года. Все это свидетельствует о том, что ситуация с трудоустройством основной массы молодежи трудоспособного возраста остается сложной.

Необходимо отметить, что существенную долю безработных в их общей численности составляют лица в возрасте от 30 до 39 лет – 22,1 %, тогда как лиц в возрасте 55 лет и старше лишь 8,5 % (21,7 % против 5,7 % в 2005 году).

По уровню образования наименьшее число безработных за отчетный период отмечается среди лиц, не имеющих основного общего образования (0,9 % против 1,2 % в 2005 году) и имеющих основное общее образование (9,5 % против 14,2 % в 2005 году). Наибольшую долю безработных занимают лица со средним (полным) образованием (33,3 % против 33,4 % в 2005 году). Доля безработных с высшим профессиональным образованием, составлявшая в 2005 году 13,1 %, возросла до 17,4 % (719,8 тыс. чел.). Тем не менее лицам с высшим профессиональным образованием, как правило, проще найти работу, чем другим категориям рабочей силы, даже в условиях экономического кризиса.

В среднем безработные России в 2013 году тратили на поиск работы 7,6 месяца, что меньше аналогичного показателя 2005 года на 1 месяц. Продолжительность поиска работы у трети безработных (31 %, или 1282 тыс. чел.) составляет 12 и более месяцев. За период с 2005 по 2013 год отмечается устойчивая тенденция сокращения средней продолжительности периода безработицы у молодежи в возрасте от 15 до 29 лет по сравнению со взрослым населением с 7,4 до 5,2 месяца. Уменьшение данного показателя на 2,2 месяца за период с 2005 по 2013 год свидетельствует о том, что поиск работы молодыми людьми стал эффективнее. У безработных старших возрастных групп от 55 до 72 лет наблюдается большая продолжительность среднего времени поиска работы – 8,4 месяца, в том числе у мужчин – 8,4 месяца, у женщин – 8,9 месяца. В 2005 году продолжительность среднего времени поиска работы у данных возрастных групп составляла 9,7 месяца, в том числе у мужчин – 9,7 месяца, у женщин – 9,8 месяца.

Среди способов поиска работы в 2013 году наиболее популярными у россиян являлись поиск работы через друзей и знакомых – 59,4 % (54,7 % в 2005 году), подача объявлений в печать, отклик на объявления – 33,1 % (17,5 % в 2005 году), а также обращение в государственные учреждения службы занятости – 29,5 % (34,6 % в 2005 году).

Регулирование процессов на рынке труда, направленных на содействие занятости и сокращение безработицы, должно осуществляться под контролем государства, посредством разработки программ, в основе которых лежит комплексный анализ безработицы, учет ее

соотношения и взаимосвязи с демографической ситуацией в государстве, уровнем заработной платы и другими социально-экономическими факторами государственной политики в области занятости населения.

В России в правовом статусе безработного выделяют целую систему прав, закрепленных как в Законе «О занятости в Российской Федерации» (ред. Федерального закона от 23 февраля 2013 г.), так и в иных законах. Данная система прав включает: 1) общие права, предусмотренные для всех лиц, ищущих работу; 2) права, предоставляемые безработным; 3) особую группу дополнительных прав, закрепленных только для отдельных категорий безработных.

Для лиц, ищущих работу, предусмотрено, например, право на бесплатное содействие гражданам в подборе подходящей работы и трудоустройстве при посредничестве органов службы занятости, информирование о положении на рынке труда. К правам, предоставляемым только лицам, признанным безработными, следует отнести право: на повторное обращение в органы службы занятости через один месяц со дня отказа в признании безработным (ст. 3); на выбор места работы (ст. 8); на бесплатную консультацию, бесплатное получение информации и услуг, которые связаны с профессиональной ориентацией, в органах службы занятости в целях выбора сферы деятельности (профессии), трудоустройства, возможности профессионального обучения, а также получение указанных услуг в электронной форме (ст. 9); на бесплатное получение услуг по психологической поддержке, профессиональному образованию по направлению органов службы занятости (ст. 9); на выплату пособия по безработице, стипендии в период профессионального обучения по направлению органов службы занятости, оплату периода временной нетрудоспособности (гл. 6); на участие в общественных оплачиваемых работах (ст. 24) и др. [16].

Для безработных, которые в силу объективных особенностей нуждаются в повышенной защите со стороны государства, законодатель предусмотрел дополнительные права. Так, например, безработные, относящиеся к категории инвалидов, имеют дополнительное право на трудоустройство в счет квоты для приема на работу инвалидов (ст. 20 Федерального закона от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в РФ») [17]. Безработным гражданам из числа детей сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, также предоставлено право на пособие по безработице в повышенном размере (ст. 9 Федерального закона от 21.12.1996 № 159-ФЗ «О дополнительных гарантиях по социальной поддержке детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей») [18].

Как известно, более дешевым направлением создания новых рабочих мест является развитие предпринимательства и самозанятости. Государству выгодно инвестировать свои ресурсы в развитие малого бизнеса, дающего более быструю отдачу и рост числа новых рабочих мест и налоговых поступлений. В целях содействия развитию малого предпринимательства Постановлением Правительства РФ от 20 мая 2009 г. № 436 были внесены изменения в порядок предоставления субсидий на организацию собственного дела безработным гражданам. Если ранее безработный, желающий открыть свое дело, мог получить одновременно годовую сумму

причитающегося конкретно ему пособия по безработице, то с учетом внесенных изменений размер субсидии теперь определяется суммой, 12-кратной максимальной величине пособия по безработице [19].

В настоящее время в основе государственной политики на рынке труда лежит Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 года, предусматривающая мероприятия, направленные на снижение напряженности на рынке труда [20].

Российское правительство исходит из необходимости формирования эффективно функционирующего рынка труда, гибкость которого должна проявляться в ликвидации устаревших и создании новых рабочих мест с более высокой эффективностью, в частности, с гибкими формами занятости, перераспределением работников по секторам экономики, возникновением новых направлений занятости, связанных с развитием инновационных секторов хозяйства.

Тем не менее в Концепции отсутствует упоминание важного принципа поддержки безработных – приближения минимального размера пособия по безработице к прожиточному минимуму трудоспособного населения. Наиболее существенным недостатком предложенной правительством системы действий государства на рынке труда в рамках Концепции долгосрочного социально-экономического развития страны на период до 2020 года представляется явный недоучет в ней циклического характера развития как российской экономики в целом, так и национального рынка труда в частности.

Таким образом, основные результаты нашего исследования, в ходе которого отмечались как позитивные, так и негативные процессы на рынке труда, могут быть суммированы в следующих положениях:

– Безработица – это добровольная или вынужденная незанятость трудоспособного населения вследствие постоянного нарушения равновесия между предложением рабочей силы и спросом на рынке труда.

– Исследование состояния безработицы в РФ показало устойчивую тенденцию к ее снижению на 1,6 % по сравнению с 2005 годом.

– К числу социально-экономических проблем развития рынка труда следует отнести сокращение в общей численности безработного населения доли безработных, зарегистрированных в государственной службе занятости (в 2013 году уровень регистрируемой безработицы снизился по сравнению с 2005 годом на 1,2 %). Причинами разрыва между зарегистрированной безработицей и безработицей по методологии МОТ являются ослабление интереса населения к регистрации в государственной службе занятости, низкий уровень пособий по безработице, а также наличие скрытых безработных.

– В качестве негативной тенденции на российском рынке труда следует отметить повышение уровня безработицы в группе молодежи до 29 лет, который в 2013 году оказался значительно выше, чем в старших возрастных группах, и составил 2,2 % (1704 тыс. чел.), что на 0,7 % меньше аналогичного показателя 2005 года.

– Устойчивая тенденция сокращения средней продолжительности периода безработицы у молодежи в возрасте от 15 до 29 лет по сравнению со взрослым населением свидетельствует о более эффективном по-

иске нового места работы молодыми людьми ввиду их большей мобильности.

– После повышения величины пособия по безработице в 2013 году его верхний предел остается ниже величины прожиточного минимума населения трудоспособного возраста.

– В условиях структурных трансформаций в экономике, сокращения объемов производства, низкого уровня заработной платы в ряде отраслей необходимо государственное регулирование уровней фрикционной и структурной безработицы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Райхлин Э. Основы экономической теории. Безработица и инфляция. М.: Наука, 1998. 180 с.
2. Сакс Д.Д., Ларрен Ф.Б. Макроэкономика. Глобальный подход. М.: Дело, 1996. 848 с.
3. Государственное регулирование рыночной экономики / ред. В.И. Кушлина, Н.А. Волгина. М.: Экономика, 2000. 735 с.
4. Авдеева Е.А. Безработица, её особенности и основные направления регулирования в Российской Федерации : дис. ... канд. экон. наук. Воронеж, 2003. 204 с.
5. Плакся В.И. Безработица: теория и современная российская практика (социально-экономический аспект). М.: Изд-во РАГС, 2005. 275 с.
6. Храновский И.В. Правовой статус безработных граждан в России и некоторых зарубежных странах в период мирового финансово-экономического кризиса (сравнительно-правовой анализ) : автореф. дис. ... канд. юр. наук. М., 2014. 210 с.
7. Бойко В.Л. Особенности государственного регулирования рынка труда в переходной экономике России : дис. ... канд. экон. наук. М., 2003. 172 с.
8. Цветков Д.А. Фрикционная безработица в условиях транзитивной экономики России : дис. ... канд. экон. наук. СПб., 2000. 184 с.
9. Боровик В.С., Ермакова Е.Е. Похвощев В.А. Занятость населения. Ростов н/Д.: Феникс, 2001. 320 с.
10. Капелюшников Р.И. Нестандартные формы занятости и безработицы в России. М.: ГУ ВШЭ, 2004. 52 с.
11. Кетько Н.В. Изменение форм безработицы в свете структурных изменений экономики России // Вестник ИНЖЭКОНа. Серия: Экономика. 2008. № 3. С. 375–378.
12. Российский статистический ежегодник. 2014. М.: Росстат, 2014. 693 с.
13. Экономическая активность населения России (по результатам выборочных обследований). М.: Росстат, 2014. 143 с.
14. Долгих Е.А. Статистический анализ занятости и безработицы в Российской Федерации : автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2010. 24 с.
15. РФ. Правительство. О размерах минимальной и максимальной величин пособия по безработице на 2015 год : постановление от 17.12.2014 № 1382.
16. РФ. О занятости населения в Российской Федерации : закон от 19.04.1991 № 1032-1 (ред. от 29.12.2015).
17. РФ. О социальной защите инвалидов в РФ : Федеральный закон от 24.11.1995 № 181-ФЗ.

18. РФ. О дополнительных гарантиях по социальной поддержке детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей : Федеральный закон от 21.12.1996 № 159-ФЗ.
19. РФ. Правительство. О внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2008 № 1089 : постановление от 20.05.2009 № 436.
20. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации. М.: Министерство экономического развития РФ, 2008. 31 с.
- REFERENCES**
1. Raykhlin E. *Osnovy ekonomicheskoy teorii. Bezrabotitsya i inflyatsiya* [Economics Basics. Unemployment and Inflation]. Moscow, Nauka Publ., 1998. 180 p.
  2. Saks D.D., Larren F.B. *Makroekonomika. Globalniy podkhod* [Macroeconomics in the global economy]. Moscow, Delo Publ., 1996. 848 p.
  3. Kushlina V.I., Volgina N.A., eds. *Gosudarstvennoe regulirovanie rynochnoy ekonomiki* [Government regulation of market economy]. Moscow, Ekonomika Publ., 2000. 735 p.
  4. Avdeeva E.A. *Bezrabotitsa, ee osobennosti i osnovnye napravleniya regulirovaniya v Rossiyskoy Federatsii*. Diss. kand. ekon. nauk [Unemployment, its peculiarities and focus areas if its control in the Russian Federation]. Voronezh, 2003. 204 p.
  5. Plaksya V.I. *Bezrabotitsa: teoriya i sovremennaya rossiyskaya praktika (sotsialno-ekonomicheskii aspekt)* [Unemployment: theory and contemporary Russian experience (social and economic aspects)]. Moscow, RAGS Publ., 2005. 275 p.
  6. Khranovsky I.V. *Pravovoy status bezrabotnykh grazhdan v Rossii i nekotorykh zarubezhnykh stranakh v period mirovogo finansovo-ekonomicheskogo krizisa (sravnitel'no-pravovoy analiz)*. Avtoref. diss. kand. yur. nauk [Legal status of the unemployed in Russia and some foreign countries during the world financial and economic crisis (comparative-legal review)]. Moscow, 2014. 210 p.
  7. Boyko V.L. *Osobennosti gosudarstvennogo regulirovaniya rynka truda v perekhodnoy ekonomike Rossii*. Diss. kand. ekon. nauk [Special aspects of government control of labour market in transition economy of Russia]. Moscow, 2003. 172 p.
  8. Tsvetkov D.A. *Friktsionnaya bezrabotitsa v usloviyakh tranzitivnoy ekonomiki Rossii*. Diss. kand. ekon. nauk [Frictional unemployment in transition economy of Russia]. S. Petersburg, 2000. 184 p.
  9. Borovik V.S., Ermakov E.E., Pokhvoshchev V.A. *Zanyatost' naseleniya* [Employment-to-population ratio]. Rostov-on-Don, Finiks Publ., 2001. 320 p.
  10. Kapelyushnikov R.I. *Nestandartnye formy zanyatosti i bezrabotitsy v Rossii* [Irregular forms of employment and unemployment in Russia]. Moscow, GU VShE Publ., 2004. 52 p.
  11. Ket'ko N.V. Modification of unemployment forms in terms of structural changes in Russian economy. *Vestnik INZhEKONa. Seriya Ekonomika*, 2008, no. 3, pp. 375–378.
  12. *Rossiyskiy statisticheskiy ezhegodnik. 2014* [Russian statistical yearbook. 2014]. Moscow, Rosstat Publ., 2014. 693 p.
  13. *Ekonomicheskaya aktivnost' naseleniya Rossii (po rezul'tatam vyborochnykh issledovaniy)* [Economic activity of the Russian population (based on the results of selective surveys)]. Moscow, Rosstat Publ., 2014. 143 p.
  14. Dolgikh E.A. *Statisticheskiy analiz zanyatosti i bezrabotitsy v Rossiyskoy Federatsii*. Avtoref. diss. kand. ekon. nauk [Statistical analysis of employment and unemployment in the Russian Federation]. Moscow, 2010. 24 p.
  15. RF Government Order “On the minimum and maximum amount of unemployment allowance for the year 2015” of December 17, 2014 no. 1382. (In Russian).
  16. RF Law “On employment of the population in the Russian Federation” of April 19, 1991 no. 1032-1 (as amended of December 29, 2015). (In Russian).
  17. RF Federal Law “On the social protection of disabled people in FR” of November 24, 1995 no. 181-FZ. (In Russian).
  18. RF Federal Law “About further assurance on the social support of orphan children and children without parental care” of December 21, 1996 no. 159-FZ. (In Russian).
  19. RF Government Order “On amendments being made to the Decree of the Government of the Russian Federation of December 31, 2008 no. 1089” of May 20, 2009 no. 436. (In Russian).
  20. *Kontseptsiya dolgosrochnogo sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii* [Conception of long-term social and economic development of the Russian Federation]. Moscow, Ministry of Economic Development of the Russian Federation Publ., 2008. 31 p.

**THE MAIN TRENDS AND FACTORS AFFECTING UNEMPLOYMENT RATE  
IN THE LABOR MARKET OF THE RUSSIAN FEDERATION**

© 2016

*A.A. Mamedov*, postgraduate student of Chair “Theory and history of sociology”, Department of sociology, economics and law  
*Moscow State Pedagogical University, Moscow (Russia)*

*Keywords:* labour market; unemployment (frictional, seasonal, structural, cyclical); unemployment rate; open/hidden unemployment.

*Abstract:* The work analyzes social nature of unemployment of the population as the most important characteristics of the labour market, researches the trends of unemployment growth, changes in its structure and constitution, its social consequences. The author reveals peculiarities of unemployment in terms of overall social processes taking place in the Russian society and examines the main trends in government policy of the population employment and its implementation in the Russian Federation, as well as practical measures aimed to reduce unemployment in the Russian Federation. Unemployment leads to underutilization of such an important resource as human capital, intensification of social differentiation, significant reduction of domestic product potential and national income. Analysis of the state of unemployment in Russia in 2005–2013 showed a steady trend towards its reduction. The author assumes that a negative tendency in the labour market implies reduction of proportion of the unemployed registered in public employment bureaus. This fact can be explained by the citizens’ cynicism about registration with a labor registry office, distrust in ability of the public employment service to find them a job. Analysis of the dynamics in the level of youth unemployment for the period from 2005 to 2013 leads to the conclusion that the unemployment rate has increased in the social group of young people under 29 years old. Then, as a positive trend, the author points out reduction in the average duration of unemployment period among young people aged 15 to 29 years old compared with older age groups. According to the strategic guidelines of the Conception of social and economic development of the Russian Federation, it is necessary to provide more opportunities for employment of the young people, use flexible forms of employment, as well as create favorable conditions for entrepreneurial initiative of the unemployed.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ УЧАСТВУЮЩЕГО ПОДХОДА В СОВРЕМЕННОЙ СОЦИОЛОГИИ ДЕТСТВА

© 2016

**С.Ю. Митрофанова**, кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры «Социология и политология»,  
доцент кафедры «Социология, политология и история Отечества»

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва  
Самарский государственный технический университет, Самара (Россия)*

**Ключевые слова:** детство как социальный конструкт; социология детства; участвующий подход в исследовании детства; методики изучения детей.

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные принципы реализации участвующего подхода в современной социологии детства на основе работ зарубежных и отечественных социологов детства. Утверждается важность, во-первых, понимания современного детства как социального конструкта, структурного и культурного компонента различных обществ, во-вторых, рассмотрения детей как активных социальных агентов в обществах, в которых они живут, и, в-третьих, изучения детских социальных отношений и культуры через самих детей и для детей. Отмечается, что принципы участвующего подхода, актуализирующие компетентность детства, лучше всего соответствуют этим положениям. Указаны методики, находящиеся в арсенале социологов, работающих в русле участвующей социологии детства. Утверждается, что понимание детей как «экспертов» своей жизни ведет к признанию необходимости исследования их мнения по поводу выбора методов их исследования. В статье представлена точка зрения, согласно которой дети могут выступать не просто в качестве участников социологического исследования, но и быть его соавторами, соисследователями «взрослых» социологов.

В работе делается вывод о том, что участвующие методы не лучше и не хуже, чем любые другие методы и техники. Их выбор определяется скорее конкретными целями и задачами исследования. Приведены примеры отечественных социологических исследований детства, показывающие вариативность как «традиционных», так и «современных» методик, используемых в них. В заключении отмечается, что зарубежные и отечественные ученые движутся в одном направлении – направлении поиска оптимальных способов реализации интересов детей в социологической практике исследования детства.

Участвующий подход в исследовании детства получает широкое распространение прежде всего в работах зарубежных социологов. Связано это, на наш взгляд, с тем, что зарубежная социология детства прошла путь от фиксации объектной позиции детства до признания ребенка субъектом общественной жизни, и что более важно – участником или даже соисследователем. В этом делении и есть критерий определения зарубежной социологии детства либо как «традиционной», либо как «новой». Как отмечают зарубежные ученые, в частности Х. Зюнгер и Д. Бюлер-Нидербергер [1], D. Corsaro [2], W.A. Corsaro [3], в 1970-х и 1980-х годах происходит поворот от исследований социализации, игнорирующих компетентность детей в качестве участников социального действия, к признанию их таковыми и пониманию социализации как репродуктивного и интерпретативного процесса, в котором дети делают вклад в воспроизводство культуры через активные взаимодействия со взрослыми и детьми. Становление отечественной социологии детства, которое происходило в 90-е годы XX века, изначально было связано с признанием «субъектности» детства, однако внимание к участвующей социологии как возможности проявления этой субъектности особенно актуальным становится только сегодня.

Основу современной участвующей перспективы в исследовании детства составляют идеи, озвученные в 90-е годы как зарубежными, так и отечественными социологами детства. Отметим, что к одним и тем же выводам ученые пришли практически одновременно и независимо друг от друга. Среди зарубежных ученых это в первую очередь работы А. James and A. Prout [4; 5], а среди отечественных – С.Н. Майоровой-Щегловой [6–8]. Это

идеи, согласно которым детство необходимо рассматривать как социальный конструкт и структурный компонент общества, в котором дети живут и поэтому являются активными социальными агентами этого общества, и важно изучать их культуру через них самих и для них, отсюда огромный интерес к повседневности современного детства. Все эти выводы находят отражение в принципах участвующего подхода в исследовании детей, в рамках которого отдается приоритет реализации возможностей самих детей в различных типах интеракции, подчеркивается значимость их повседневного опыта не только на микро-, но и макроуровнях, и самое важное, утверждается принцип участия ребенка в его/ее собственной жизни, в принятии решений, касающихся его/ее свободного выражения им/ею мнения, и необходимости консультаций самих детей, когда принимаются решения, касающиеся их жизни. В целом, участвующая методология работает на обеспечение более тонких нюансов в понимании такого сложного социального явления, как детство, она вытекает из интерпретативной парадигмы, парадигмы социальных изменений и основана на реализации прав детей, на понимании того, что дети исходят из своих интересов в своих отношениях со взрослыми, они способны понимать, где они живут, каковы их потребности и каковы возможные решения их проблем. Детей необходимо исследовать для них самих и в их интересах, а не просто с целью понимания взрослыми детского сообщества. Однако участие детей в исследовании само по себе – это не столько цель, но и, что более важно, инструмент наделяния детей властью, полномочиями, влиянием, это способ обеспечить их «деятельность», социальную

активность, компетентность. Поэтому методы участвующей социологии детства должны быть наиболее подходящими и приносящими удовольствие самим детям.

Реализация принципов участвующего подхода на уровне эмпирического исследования детей предполагает использование «дружественных» по отношению к ним методов и техник исследования, арсенал которых выработан в участвующей социологии детства и работает на признание «компетентности» самих детей. Отметим, что компетентность рассматривается как практическая активность детей, а не их «говорение» или встраивание ответов в четкие рамки, заданные исследователем, не предполагающие гибкости и вариативности.

L.-A. Gallacher и M. Gallagher приводят примеры методов и техник исследования, отвечающих условиям участвующего подхода в современной социологии детства, которые отражали бы «сотни языков детства». Это картирование, экскурсии, организуемые и проводимые самими детьми, ролевые игры. Авторы отмечают, что многие исследователи используют такую популярную технику, как инициирование детей на фотографирование чего-либо, или более сложные, такие как создание коллажей, рассказывание историй, печатная журналистика и электронные публикации, радиопродукция, драма, кукольный театр, музыка и танцы. С детьми школьного возраста часто используются техники, основанные на их навыках письма, включая рабочие листы, дневники, письменный рассказ, «spider diagrams» [9]. Особого внимания в контексте методов участвующей социологии, на наш взгляд, заслуживают работы S. Punch [10; 11]. Автор использовал следующие методики при исследовании детей в достаточно закрытых в плане мобильности и технологий сообществах в государстве центральной части Южной Америки – Боливии: это фотографическая техника и еще две методики – «человек-паук» (spider diagrams) и таблица активности, которые адаптированы из методики PRA (participatory rural appraisal – оценка участия в сельской среде). На наш взгляд, данные методики пока еще не получили достаточного распространения в отечественной социологии детства, но вполне могут быть адаптированы при исследовании детской повседневности и в нашей стране.

Понимание детей как «экспертов» своей жизни ведет к признанию необходимости исследования их мнения по поводу выбора методов их исследования. Этой теме посвящена статья M. Hill [12]. Исследование включало фокус группы и опросник, которые давали возможность детям проголосовать по предпочтениям способов выражения своих точек зрения. Голоса детей, по мнению автора, выражены более явно, когда им даны варианты по методам коммуникации, которые будут использоваться.

Еще более категоричная позиция заключается в том, что сами дети могут выступать в исследовательском процессе не просто в качестве участников и даже выбирать предпочтительные методы их исследования, но быть их соавторами, соисследователями, исследователями-аналитиками. Этот вопрос освещается в статье четырех авторов, трем из которых по десять лет: M. Kellett, R. Forrest (десять лет), N. Dent (десять лет), S. Ward (десять лет). В работе обсуждается инициатива участия группы десятилетних детей как исследователей и барьеры, вытекающие из этой инициативы [13]. Таким об-

разом, на уровне представления результатов особое внимание в участвующей социологии детства уделяется голосам самих детей, а значит, важны цитаты из интервью, примеры фотографий, сделанных самими детьми, их рефлексия участия в исследовании и т. д. Отчеты социологических исследований детства в результате этого становятся более эмоциональными, живыми, насыщенными, интересными. Отметим, что в отечественной литературе также представлены работы, авторы которых школьники, в частности, по итогам конференций различного уровня, как правило, издаются сборники с результатами авторских исследований по разным темам, которые провели сами дети под научным руководством преподавателя, однако вопросам рефлексии участия детей в таких исследованиях внимания практически не уделяется.

В заключение отметим, что качество проводимого исследования зависит от ряда факторов, а не определяется только научной «модой» на тот или иной исследовательский подход. В этом аспекте участвующие методы ничем не лучше и не хуже, чем любые другие методы и техники, их выбор определяется скорее конкретными целями и задачами исследования. Так, например, вполне оправдано использование метода анкетного опроса в ряде социологических исследований детей и подростков. Это и исследование «портрета» подростков 90-х годов С. Цымбаленко и С. Щегловой [14], Е.А. Колосовой – при изучении читательских практик современных детей и подростков [15; 16], а также З.М. Саралиевой и С.С. Балабановым при исследовании проблемы школьного буллинга [17]. Научный интерес представляют и работы, в которых использованы методики контент-анализа и опроса при исследовании электронного контента подростков и электронного контента сайтов для детей в пространстве интернета А.Ю. Губановой [18], рисуночная методика «Человек и город» М. Сибиревой [19], метод социального картирования К.Н. Поливановой [20], кейс-стади фотографии при изучении детской телесности Е.А. Орех [21], метод участвующего анализа фотографий при изучении роли информационных технологий и гаджетов в социализации детей в начальной школе в малом городе С.Ю. Митрофановой и Е.А. Штифановой [22] и другие. Разнообразие как «традиционных», так и «новых» методов и техник, применяемых отечественными социологами детства, свидетельствует о вариативности методологий, находящихся в их арсенале. Подводя итог, отметим, что зарубежные и отечественные ученые движутся в одном направлении – направлении поиска наиболее оптимальных способов реализации интересов детей в социологической практике их исследования.

*Исследование выполнено в рамках гранта РГНФ: 16-06-00792 а – Детство в социогуманитарной перспективе: тезаурус 2016–2018.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зюнкер Х., Бюлер-Нидербергер Д. От исследований социализации к социологии детства (Перевод с английского И. Шолохова и В. Безрогова) // Развитие личности. 2003. № 4. С. 69–94.
2. Cojocar D. Challenges of childhood social research // Revista de cercetare si intervenstie sociala. 2009. Vol. 26. № 1. P. 87–98.

3. Corsaro W.A. Interpretive reproduction in children's role play // *Childhood*. 1993. № 1. P. 64–74.
4. Prout A., James A. A new paradigm for the sociology of childhood? Provenance, promise and problems // *Constructing and Reconstructing Childhood. Contemporary Issues in the Sociological Study of Childhood*. London: Falmer Press, 1997. P. 7–33.
5. James A., Prout A. Strategies and structures: towards a new perspective on children's experiences of family life // *Children in families: research and policy*. London: Falmer Press, 1996. P. 41–52.
6. Щеглова С.Н. Детство как социальный феномен: Концепция социального конструирования детства : дис. ... д-ра социол. наук. М., 1999. 326 с.
7. Щеглова С.Н. Социология детства. М.: Институт Молодежи, 1996. 127 с.
8. Майорова-Щеглова С.Н. Трансформация детства в начале XXI в.: к уточнению концепции социального конструирования детства // *Вестник РГГУ. Серия: Философия. Социология. Искусствоведение*. 2014. № 4. С. 173–183.
9. Gallacher L.-A., Gallagher M. Methodological Immaturity in Childhood Research?: Thinking through' participatory methods' // *Childhood*. 2008. Vol. 15. № 4. P. 499–516.
10. Punch S. Multiple Methods and Research Relations with Children in Rural Bolivia // *Qualitative Methodologies for Geographers*. London: Arnold Publishers, 2001. P. 165–180.
11. Punch S. Research with children: The same or different from research with adults? // *Childhood*. 2002. Vol. 9. № 3. P. 321–341.
12. Hill M. Children's voices on ways of having a voice: children's and young people's perspectives on methods used in research and consultation // *Childhood*. 2006. Vol. 13. № 1. P. 69–89.
13. Kellett M., Forrest R., Dent N., Ward S. 'Just teach us the skills Please, we'll do the rest': Empowering ten-year-olds as researchers // *Children and Society*. 2004. Vol. 18. № 5. P. 329–343.
14. Цымбаленко С., Щеглова С. Какие они, подростки девяностых? // *Воспитание школьников*. 1996. № 1. С. 2–4.
15. Колосова Е.А. Чтение детей и подростков в России: сравнительное социологическое исследование // *Мир психологии*. 2015. № 1. С. 163–170.
16. Колосова Е.А. Чтение российских детей и подростков в трансформирующемся обществе // *Вестник РГГУ. Серия: Философия. Социология. Искусствоведение*. 2015. № 7. С. 123–130.
17. Саралиева З.Х., Балабанов С.С. Насилие в подростковой среде // *Социокультурные корни насилия в современном обществе*. Н. Новгород: НИСОЦ, 2013. С. 40–45.
18. Губанова А.Ю. Критерии отбора сайтов для детей: социологический анализ // *Вестник РГГУ. Серия: Философия. Социология. Искусствоведение*. 2014. № 4. С. 199–203.
19. Сибирева М.Ю. Категория «детство» в истории социологии // *Журнал социологии и социальной антропологии*. 2010. Т. 13. № 1. С. 167–177.
20. Поливанова К.Н. Социальное картирование как инструмент анализа повседневности современного детства // *Дети и общество: социальная реальность и новации: сб. докладов Всерос. конференции*. М.: РОС, 2014. С. 177–183.
21. Орех Е.А. Детская телесность как предмет визуального анализа: кейс-стади фотографии // *Дети и общество: социальная реальность и новации: сб. докладов Всерос. конференции*. М.: РОС, 2014. С. 1206–1214.
22. Митрофанова С.Ю., Штифанова Е.А. Роль информационных технологий и гаджетов в социализации детей // *Экономика и социология*. 2015. № 1. С. 18–24.

## REFERENCES

1. Bühler-Niederberger D., Sünker H. From socialization research to the sociology of childhood. *Razvitie lichnosti*, 2003, no. 4, pp. 69–94.
2. Cojocar D. Challenges of childhood social research. *Revista de cercetare si intervenstie sociala*, 2009, vol. 26, no. 1, pp. 87–98.
3. Corsaro W.A. Interpretive reproduction in children's role play. *Childhood*, 1993, no. 1, pp. 64–74.
4. Prout A., James A. A new paradigm for the sociology of childhood? Provenance, promise and problems. *Constructing and Reconstructing Childhood. Contemporary Issues in the Sociological Study of Childhood*. London, Falmer Press, 1997, pp. 7–33.
5. James A., Prout A. Strategies and structures: towards a new perspective on children's experiences of family life. *Children in families: research and policy*. London, Falmer Press, 1996, pp. 41–52.
6. Shcheglova S.N. *Detstvo kak sotsialny fenomen: Kontseptsiya sotsialnogo konstruirovaniya detstva*. Diss. dokt. sotsiol. nauk [Childhood as a social phenomenon: the concept of social construction of childhood]. Moscow, 1999. 326 p.
7. Shcheglova S.N. *Sotsiologiya detstva* [Sociology of Childhood]. Moscow, Institut Molodezhi Publ., 1996. 127 p.
8. Mayorova-Shcheglova S.N. Transformations of childhood in the beginning of XXI century (refining of the concept of social construction of childhood). *Vestnik RGGU. Seriya Filosofiya. Sotsiologiya. Iskusstvovedenie*, 2014, no. 4, pp. 173–183.
9. Gallacher L.-A., Gallagher M. Methodological Immaturity in Childhood Research?: Thinking through' participatory methods'. *Childhood*, 2008, vol. 15, no. 4, pp. 499–516.
10. Punch S. Multiple Methods and Research Relations with Children in Rural Bolivia. *Qualitative Methodologies for Geographers*. London, Arnold Publishers, 2001, pp. 165–180.
11. Punch S. Research with children: The same or different from research with adults?. *Childhood*, 2002, vol. 9, no. 3, pp. 321–341.
12. Hill M. Children's voices on ways of having a voice: children's and young people's perspectives on methods used in research and consultation. *Childhood*, 2006, vol. 13, no. 1, pp. 69–89.
13. Kellett M., Forrest R., Dent N., Ward S. 'Just teach us the skills Please, we'll do the rest': Empowering ten-year-olds as researchers. *Children and Society*, 2004, vol. 18, no. 5, pp. 329–343.
14. Tsymbalenko S., Shcheglova S. What are they, teenagers of the nineties? *Vospitanie shkolnikov*, 1996, no. 1, pp. 2–4.

15. Kolosova E.A. Children's and adolescents' reading in Russia: a comparative sociological study. *Mir psikhologii*, 2015, no. 1, pp. 163–170.
16. Kolosova E.A. Reading of Russian children and teenagers in transforming society. *Vestnik RGGU. Seriya Filosofiya. Sotsiologiya. Iskusstvovedenie*, 2015, no. 7, pp. 123–130.
17. Saralieva Z.Kh., Balabanov S.S. Violence among adolescents. *Sotsiokulturnye korni nasiliya v sovremennom obshchestve*. N. Novgorod, NISOTs Publ., 2013, pp. 40–45.
18. Gubanova A.Yu. Criteria used in selection of web resources for children: sociological analysis. *Vestnik RGGU. Seriya Filosofiya. Sotsiologiya. Iskusstvovedenie*, 2014, no. 4, pp. 199–203.
19. Sibireva M. The study of childhood in sociology. *Zhurnal sotsiologii i sotsialnoy antropologii*, 2010, vol. 13, no. 1, pp. 167–177.
20. Polivanova K.N. Social mapping as an instrument to analyze every day of modern childhood. *Sbornik dokladov Vseros. konferentsii "Deti i obshchestvo: sotsialnaya realnost i novatsii"*. Moscow, ROS Publ., 2014, pp. 177–183.
21. Orekh E.A. Children's corporeity as an object of visual analysis: case study of photos. *Sbornik dokladov Vseros. konferentsii "Deti i obshchestvo: sotsialnaya realnost i novatsii"*. Moscow, ROS Publ., 2014, pp. 1206–1214.
22. Mitrofanova S.Yu., Shtifanova E.A. Role of information technology and gadgets in the socialization of children. *Ekonomika i sotsiologiya*, 2015, no. 1, pp. 18–24.

### IMPLEMENTATION OF THE PRINCIPLES OF PARTICIPATORY APPROACH IN MODERN SOCIOLOGY OF CHILDHOOD

© 2016

**S.Yu. Mitrofanova**, PhD (Sociology), Associate Professor, assistant professor of Chair “Sociology and Politology”, assistant professor of Chair “Sociology, Politology and National History”  
*S.P. Korolev Samara National Research University, Samara (Russia)*  
*Samara State Technical University, Samara (Russia)*

*Keywords:* childhood; sociology of childhood; participatory approach in childhood research; children study methods.

*Abstract:* The paper studies the main principles of implementation of the participatory approach in the modern sociology of childhood based on the works of foreign and Russian sociologists of childhood. The author proves the importance of the modern understanding of childhood as a social construct, structural and cultural component of various societies; secondly, consideration of children as active social agents of the societies in which they live; thirdly, studying of children's social relationships and culture through children themselves and for them. It is noted that the principles of the participatory approach best fit for these provisions and make the competency of childhood important. The paper introduces methods of the participatory sociology of childhood. It states that accepting children as the “experts” of their lives leads to the understanding of the necessity to study their opinion on the choice of methods of their research. The author presents the point of view according to which children can act not just as participants of sociological research, but also as co-authors, co-researchers.

The work leads to the conclusion that the participatory methods are neither better nor worse than any other method or technique. Their choice is determined by specific aims and objectives of the research. The examples of the Russian sociological studies of childhood, which use the diversity of “traditional” and “modern” methods, are presented. In conclusion, it is noted that foreign and Russian scientists are moving in the same direction – towards finding the best ways to implement the interests of children in the practice of sociological studying of childhood.

---

## НАШИ АВТОРЫ

**Баранникова Светлана Александровна**, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физики прочности, профессор кафедры «Механика деформируемого твердого тела».

Адрес 1: Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, 634055, Россия, г. Томск, пр-т Академический, 2/4.

Адрес 2: Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, 634050, г. Томск, пр-т Ленина, 36.

Тел.: (3822) 28-69-23

E-mail: bsa@ispms.tsc.ru

**Бартенева Наталья Евгеньевна**, аспирант кафедры «Связи с общественностью и массовые коммуникации».

Адрес: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 153003, Россия, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.

Тел.: 8 915 823-92-38

E-mail: n\_rybina37@mail.ru

**Борисова Марина Константиновна**, аспирант кафедры «Западноевропейские языки и культуры».

Адрес: Пятигорский государственный лингвистический университет, 357532, Россия, г. Пятигорск, пр-т Калинина, 9.

Тел.: 8 918 779-67-36

E-mail: marisha49@list.ru

**Бочкарева Анна Валентиновна**, кандидат технических наук, младший научный сотрудник лаборатории физики прочности, доцент кафедры «Теоретическая и прикладная механика».

Адрес 1: Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, 634055, Россия, г. Томск, пр-т Академический, 2/4.

Адрес 2: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30.

Тел.: (3822) 28-69-23

E-mail: avb@ispms.tsc.ru

**Вавилин Ярослав Александрович**, старший преподаватель кафедры «Управление качеством, стандартизация и метрология».

Адрес: Брянский государственный технический университет, 241035, Россия, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7.

Тел.: (4832) 56-62-11

E-mail: vavilin@bk.ru

**Гаврилова Галина Федоровна**, доктор филологических наук, профессор, профессор кафедры русского языка Института филологии, журналистики и межкультурной коммуникации.

Адрес: Южный федеральный университет, 344006, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42.

Тел.: +7 929 815-33-56

E-mail: gfgavrilova@sfedu.ru

**Гайбарян Ольга Ервандовна**, кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры «Теория и история мировой литературы».

Адрес: Южный федеральный университет, 344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42.

Тел.: (863) 218-40-00

E-mail: timili@sfedu.ru

**Горленко Олег Александрович**, доктор технических наук, профессор, начальник управления качеством образования в вузе.

Адрес: Брянский государственный технический университет, 241035, Россия, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7.

Тел.: (4832) 56-62-11

E-mail: goa-bgtu@mail.ru

**Грызунов Алексей Максимович**, аспирант кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика».

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.

Тел.: 8 917 962-75-80

E-mail: GryzunovAleksey@gmail.com

**Дань На**, аспирант кафедры «Языкознание, русская филология, литературное и журналистское мастерство».  
Адрес: Пятигорский государственный лингвистический университет, 357500, Россия, Ставропольский край, г. Пятигорск, пр-т Калинина, 9.  
Тел.: 8 968 274-29-50  
E-mail: dianachinese@mail.ru

**Демидова Дарья Григорьевна**, аспирант кафедры английского языка № 3.  
Адрес: Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, 119454, Россия, г. Москва, пр-т Вернадского, 76.  
Тел.: +7 916 976-68-82  
E-mail: dasdemidova@yandex.ru

**Денисова Алёна Геннадьевна**, аспирант кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика».  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.  
Тел.: +7 927 778-08-79  
E-mail: aliona.denisova.tlt@gmail.com

**Древа Джанетта Мурзабековна**, доктор филологических наук, доцент, доцент кафедры немецкого языка факультета иностранных языков.  
Адрес: Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, 362025, Россия, Республика Северная Осетия – Алания, г. Владикавказ, ул. Ватутина, 44-46.  
Тел.: (8672) 53-91-12  
E-mail: nosu@nosu.ru

**Зуев Лев Борисович**, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией физики прочности, профессор кафедры «Теории прочности и проектирования».  
Адрес 1: Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, 634055, Россия, г. Томск, пр-т Академический, 2/4.  
Адрес 2: Национальный исследовательский Томский государственный университет, Россия, 634050, г. Томск, пр-т Ленина, 36.  
Тел.: (3822) 49-13-60  
E-mail: lbz@ispms.tsc.ru

**Киреева Ирина Васильевна**, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник.  
Адрес: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 36.  
Тел.: (3822) 53-35-77  
E-mail: kireeva@spti.tsu.ru

**Ковтуненко Инна Викторовна**, кандидат филологических наук, доцент, доцент кафедры русского языка Института филологии, журналистики и межкультурной коммуникации.  
Адрес: Южный федеральный университет, 344006, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42.  
Тел.: +7 903 403-41-11  
E-mail: kivi05@rambler.ru

**Корнеева Елена Геннадьевна**, кандидат филологических наук, преподаватель департамента иностранных языков.  
Адрес: Московский физико-технический институт (государственный университет), 141700, Россия, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, 9.  
Тел.: 8 915 310-03-50  
E-mail: elen\_korneeva@mail.ru

**Куц Ольга Анатольевна**, аспирант.  
Адрес: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 36.  
Тел.: (3822) 53-35-77  
E-mail: bolga@sibmail.com

**Левашкин Денис Геннадьевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Оборудование и технологии машиностроительного производства».  
Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.  
Тел: (8482) 53-92-85  
E-mail: LevashkinD@rambler.ru

**Ли Юлия Владимировна**, аспирант лаборатории физики прочности.

Адрес: Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, 634055, Россия, г. Томск, пр-т Академический, 2/4.

Тел.: (3822) 28-69-23

E-mail: jul2207@mail.ru

**Лужаева Екатерина Михайловна**, аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности».

Адрес: Самарский государственный технический университет, 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

Тел.: (846) 332-42-30

E-mail: bjd@list.ru

**Мамедов Андрей Артурович**, аспирант кафедры «Теория и история социологии» факультета социологии, экономики и права.

Адрес: Московский педагогический государственный университет, 119991, Россия, г. Москва, пр. Вернадского, 88.

Тел.: 8 926 999-07-87

E-mail: zharomizokna@gmail.com

**Мерсон Дмитрий Львович**, доктор физико-математических наук, профессор.

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.

Тел.: (8482) 53-91-69, 54-64-44

E-mail: D.Merson@tltsu.ru

**Митрофанова Светлана Юрьевна**, кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры «Социология и политология», доцент кафедры «Социология, политология и история Отечества».

Адрес 1: Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева (национальный исследовательский университет), 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

Адрес 2: Самарский государственный технический университет, 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

Тел.: 8 927 266-84-24

E-mail: mit\_s@mail.ru

**Мясищев Георгий Игоревич**, специалист по учебно-методической работе.

Адрес: Ростовский государственный строительный университет, 344022, Россия, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, 162.

Тел.: (863) 201-90-94

E-mail: georgy-2583@yandex.ru

**Огин Павел Александрович**, аспирант.

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.

Тел.: (8482) 54-64-44

E-mail: fantom241288@yandex.ru

**Панченко Марина Юрьевна**, студент.

Адрес: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 36.

Тел.: (3822) 53-35-77

E-mail: panchenko.marina4@gmail.com

**Прохоров Андрей Юрьевич**, аспирант кафедры «Автоматизация производственных процессов».

Адрес: Забайкальский государственный университет, 672039, Россия, г. Чита, ул. Александрово-Заводская, 30.

Тел.: +7 924 274-74-53

E-mail: prohorov\_aju@mail.ru

**Рубцов Михаил Анатольевич**, аспирант кафедры «Сервис технических и технологических систем».

Адрес: Поволжский государственный университет сервиса, 445020, Россия, Самарская область, г. Тольятти, ул. Гидростроевская, 17.

Тел.: 8 927 777-37-85

E-mail: mihail-tlt063@ya.ru

**Свинин Валерий Михайлович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Автоматизация производственных процессов».

Адрес: Забайкальский государственный университет, 672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30.

Тел.: +7 924 271-44-42

E-mail: svinin\_vm@mail.ru

**Фрезе Татьяна Юрьевна**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры «Управление промышленной и экологической безопасностью».

Адрес: Тольяттинский государственный университет, 445020, Россия, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.

Тел.: (8482) 54-63-63

E-mail: freze@tltsu.ru

**Чумляков Юрий Иванович**, доктор физико-математических наук, профессор.

Адрес: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 36.

Тел.: (3822) 53-35-77

E-mail: chum@phys.tsu.ru

**Яговкина Екатерина Николаевна**, аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности».

Адрес: Самарский государственный технический университет, 443100, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244.

Тел.: (846) 332-42-30

E-mail: bjd@list.ru

**Ярьско Сергей Игоревич**, доктор технических наук.

Адрес: Самарский филиал Физического института имени П.Н. Лебедева Российской академии наук, 443011, Россия, г. Самара, ул. Ново-Садовая, 221.

Тел.: (846) 334-52-49

E-mail: scisec@fian.smr.ru

---

## OUR AUTHORS

**Barannikova Svetlana Aleksandrovna**, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), leading researcher of laboratory of strength physics, professor of Chair “Deformable solid mechanics”.

Address 1: Institute of strength physics and materials science of Siberian branch of Russian Academy of Sciences, 634055, Russia, Tomsk, Akademicheskii Prospect, 2/4.

Address 2: National Research Tomsk State University, Russia, 634050, Tomsk, Lenin Prospect, 36.

Tel.: (3822) 28-69-23

E-mail: bsa@ispms.tsc.ru

**Barteneva Natalia Evgenievna**, postgraduate student of Chair “Public Relations and Mass Media”.

Address: Lenin Ivanovo State Power Engineering University, 153003, Russia, Ivanovo, Rabfakovskaya Street, 34.

Tel.: 8 915 823-92-38

E-mail: n\_rybina37@mail.ru

**Bochkareva Anna Valentinovna**, PhD (Engineering), junior researcher of laboratory of strength physics, assistant professor of Chair “Theoretical and applied mechanics”.

Address 1: Institute of strength physics and materials science of Siberian branch of Russian Academy of Sciences, 634055, Russia, Tomsk, Akademicheskii Prospect, 2/4.

Address 2: National Research Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Prospect, 30.

Tel.: (3822) 28-69-23

E-mail: avb@ispms.tsc.ru

**Borisova Marina Konstantinovna**, postgraduate student of Chair “West European languages and cultures”.

Address: Pyatigorsk State Linguistic University, 357532, Russia, Pyatigorsk, Kalinin Prospect, 9.

Tel.: 8 918 779-67-36

E-mail: marisha49@list.ru

**Chumlyakov Yuriy Ivanovich**, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor.

Address: National Research Tomsk State University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Prospect, 36.

Tel.: (3822) 53-35-77

E-mail: chum@phys.tsu.ru

**Dan Na**, postgraduate student of Chair “Linguistics, Russian philology, literary and journalistic mastery”.

Address: Pyatigorsk State Linguistic University, 357500, Russia, Stavropol Territory, Pyatigorsk, Kalinin Prospect, 9.

Tel.: 8 968 274-29-50

E-mail: dianachinese@mail.ru

**Demidova Daria Grigorievna**, postgraduate student of Chair of English Language № 3.

Address: Moscow State Institute of International Relations (University) of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, 119454, Russia, Moscow, Prospect Vernadskogo, 76.

Tel.: +7 916 976-68-82

E-mail: dasdemidova@yandex.ru

**Denisova Alena Gennadyevna**, postgraduate student of “Nanotechnologies, material engineering and mechanics”.

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Samara region, Togliatti, Belorusskaya Street, 14.

Tel.: +7 927 778-08-79

E-mail: aliona.denisova.tlt@gmail.com

**Dreeva Dzhanetta Murzabekovna**, Doctor of Sciences (Philology), Associate Professor, assistant professor of Chair of the German language of the foreign languages department.

Address: K. Khetagurov North Ossetian State University, 362025, Russia, the Republic of North Ossetia – Alania, Vladikavkaz, Vatutin Street, 44-46.

Tel.: (8672) 53-91-12

E-mail: nosu@nosu.ru

**Freze Tatyana Yurievna**, PhD (Economics), Associate Professor, assistant professor of Chair “Management of industrial and environmental safety”.

Address: Togliatti State University, 445667, Russia, Togliatti, Belorusskaya Street, 14.

Tel.: (8482) 54-63-63

E-mail: freze@tltsu.ru

**Gaibaryan Olga Ervandovna**, PhD (Philology), Associate Professor, assistant professor of Chair “Theory and history of world literature”.

Address: Southern Federal University, 344022, Russia, Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya Street, 105/42.

Tel.: (863) 218-40-00

E-mail: timili@sfedu.ru

**Gavrilova Galina Fedorovna**, Doctor of Sciences (Philology), Professor, professor of Chair of Russian language of the Institute of Philology, Journalism and Intercultural Communication.

Address: Southern Federal University, 344006, Russia, Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya Street, 105/42.

Tel.: +7 929 815-33-56

E-mail: gfgavrilova@sfedu.ru

**Gorlenko Oleg Aleksandrovich**, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Head of department of quality of education in higher education institution.

Address: Bryansk State Technical University, 241035, Russia, Bryansk, 50 Let Oktyabrya Boulevard, 7.

Tel.: (4832) 56-62-11

E-mail: goa-bgtu@mail.ru

**Gryzunov Aleksey Maksimovich**, postgraduate student of Chair “Nanotechnologies, material engineering and mechanics”.

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Samara region, Togliatti, Belorusskaya Street, 14.

Tel.: 8 917 962-75-80

E-mail: GryzunovAleksey@gmail.com

**Kireeva Irina Vasilievna**, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), chief researcher.

Address: National Research Tomsk State University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Prospect, 36.

Tel.: (3822) 53-35-77

E-mail: kireeva@spti.tsu.ru

**Korneeva Elena Gennadievna**, PhD (Philology), lecturer of the foreign languages department.

Address: Moscow Institute of Physics and Technology (State University), 141700, Russia, Moscow region, Dolgoprudny, Institutsky Pereulok, 9.

Tel.: 8 915 310-03-50

E-mail: elen\_korneeva@mail.ru

**Kovtunenko Inna Viktorovna**, PhD (Philology), Associate Professor, assistant professor of Chair of Russian language of the Institute of Philology, Journalism and Intercultural Communication.

Address: Southern Federal University, 344006, Russia, Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya Street, 105/42.

Tel.: +7 903 403-41-11

E-mail: kivi05@rambler.ru

**Kuts Olga Anatolievna**, postgraduate student.

Address: National Research Tomsk State University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Prospect, 36.

Tel.: (3822) 53-35-77

E-mail: bolga@sibmail.com

**Levashkin Denis Gennadyevich**, PhD (Engineering), assistant professor of Chair “Equipment and technologies of engineering production”.

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, Belorusskaya Street, 14.

Tel: (8482) 53-92-85

E-mail: LevashkinD@rambler.ru

**Li Yuliya Vladimirovna**, postgraduate student of laboratory of strength physics.

Address: Institute of strength physics and materials science of Siberian branch of Russian Academy of Sciences, 634055, Russia, Tomsk, Akademicheskii Prospect, 2/4.

Tel.: (3822) 28-69-23

E-mail: jul2207@mail.ru

**Luzhaeva Ekaterina Mikhailovna**, postgraduate student of Chair “Life safety”.

Address: Samara State Technical University, 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya Street, 244.

Tel.: (846) 332-42-30

E-mail: bjd@list.ru

**Mamedov Andrey Arturovich**, postgraduate student of Chair “Theory and history of sociology”, Department of sociology, economics and law.

Address: Moscow State Pedagogical University, 119991, Russia, Moscow, Prospect Vernadskogo, 88.

Tel.: 8 926 999-07-87

E-mail: zharomizokna@gmail.com

**Merson Dmitriy Lvovich**, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Professor.

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Togliatti, Belorusskaya Street, 14.

Tel.: (8482) 53-91-69, 54-64-44

E-mail: D.Merson@tltu.ru

**Mitrofanova Svetlana Yurievna**, PhD (Sociology), Associate Professor, assistant professor of Chair “Sociology and Politology”, assistant professor of Chair “Sociology, Politology and National History”.

Address 1: Korolev Samara State Aerospace University (National Research Institute), 443086, Russia, Samara, Moskovskoye Shosse, 34.

Address 2: Samara State Technical University, 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya Street, 244.

Tel.: 8 927 266-84-24

E-mail: mit\_s@mail.ru

**Myasishchev Georgy Igorevich**, teaching and learning specialist.

Address: Rostov State University of Civil Engineering, 344022, Russia, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya Street, 162.

Tel.: (863) 201-90-94

E-mail: georgy-2583@yandex.ru

**Ogin Pavel Aleksandrovich**, postgraduate student.

Address: Togliatti State University, 445020, Russia, Samara region, Togliatti, Belorusskaya Street, 14.

Tel.: (8482) 54-64-44

E-mail: fantom241288@yandex.ru

**Panchenko Marina Yurievna**, student.

Address: National Research Tomsk State University, 634050, Russia, Tomsk, Lenin Prospect, 36.

Tel.: (3822) 53-35-77

E-mail: panchenko.marina4@gmail.com

**Prokhorov Andrei Yurievich**, postgraduate student of Chair “Automation of production processes”.

Address: Transbaikal State University, 672039, Russia, Chita, Aleksandro-Zavodskaya Street, 30.

Tel.: +7 924 274-74-53

E-mail: prohorov\_aju@mail.ru

**Rubtsov Mikhail Anatolievich**, postgraduate student of Chair “Service of technical and technological systems”.

Address: Volga Region State University of Service, 445020, Russia, Samara region, Togliatti, Gidrostroevskaya Street, 17.

Tel.: 8 927 777-37-85

E-mail: mihail-tlt063@ya.ru

**Svinin Valery Mikhailovich**, Doctor of Sciences (Engineering), professor of Chair “Automation of production processes”.

Address: Transbaikal State University, 672039, Russia, Chita, Aleksandro-Zavodskaya Street, 30.

Tel.: +7 924 271-44-42

E-mail: svinin\_vm@mail.ru

**Vavilin Yaroslav Aleksandrovich**, senior lecturer of Chair “Quality Management, Standardization and Metrology”.

Address: Bryansk State Technical University, 241035, Russia, Bryansk, 50 Let Oktyabrya Boulevard, 7.

Tel.: (4832) 56-62-11

E-mail: vavilin@bk.ru

**Yagovkina Ekaterina Nikolaevna**, postgraduate student of Chair “Life safety”.

Address: Samara State Technical University, 443100, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya Street, 244.

Tel.: (846) 332-42-30

E-mail: bjd@list.ru

**Yaresko Sergei Igorevich**, Doctor of Sciences (Engineering).

Address: Samara branch of P.N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences, 443011, Russia, Samara, Novo-Sadovaya Street, 221.

Tel.: (846) 334-52-49

E-mail: scisec@fian.smr.ru

**Zuev Lev Borisovich**, Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Head of laboratory of strength physics, professor of Chair "Strength and design".

Address 1: Institute of strength physics and materials science of Siberian branch of Russian Academy of Sciences, 634055, Russia, Tomsk, Akademicheskii Prospect, 2/4.

Address 2: National Research Tomsk State University, Russia, 634050, Tomsk, Lenin Prospect, 36.

Tel.: (3822) 49-13-60

E-mail: lbz@ispms.tsc.ru