

ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА

№ 3 ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2025

Научный журнал
Основан в 2008 году
Выходит 4 раза в год
ISSN 2658-705X

Главный редактор

академик РАН *В.П. Матвеевко*

Редакционная коллегия

академик РАН *А.А. Барях*
академик РАН *Н.В. Зайцева*
академик РАН *И.Б. Ившина*
академик РАН *А.А. Иноземцев*
чл.-корр. РАН *Л.Ю. Левин*
чл.-корр. РАН *В.Ю. Мишланов*
канд. экон. наук *И.П. Огородов*
д-р физ.-мат. наук *А.И. Мизев*
чл.-корр. РАН *О.А. Плехов*

д-р техн. наук *И.А. Санфиров*
чл.-корр. РАН *В.Н. Стрельников*
чл.-корр. РАН *М.И. Соколовский*
д-р физ.-мат. наук *А.А. Ташикинов*
чл.-корр. РАН *Е.Г. Фурман*
чл.-корр. РАН *О.В. Хлынова*
чл.-корр. РАН *А.В. Черных*
д-р мед. наук *С.В. Гейн*
чл.-корр. РАН *Т.В. Гаврилова*

Ответственный секретарь

канд. физ.-мат. наук *А.Г. Воудинова*

Адрес редакции журнала:

614000, г. Пермь, ул. Ленина, д. 13А
тел.: (342) 212-40-64
e-mail: vestnik@permsc.ru

PERM FEDERAL RESEARCH CENTER JOURNAL

№ 3 JULY – SEPTEMBER 2025

Scientific journal
Published since 2008
Issued quarterly
ISSN 2658-705X

Editor-in-Chief

Academician *V.P. Matveenko*

Editorial Board

Academician *A.A. Baryakh*

Academician *N.V. Zaytseva*

Academician *I.B. Ivshina*

Academician *A.A. Inozemtsev*

RAS corresponding member *L.Yu. Levin*

RAS corresponding member *V.Yu. Mishlanov*

Cand. Sc. (Econ.) *I.P. Ogorodov*

Dr. Sc. (Phys.&Math.) *A.I. Mizev*

RAS corresponding member *O.A. Plekhov*

Dr. Sc. (Tech.) *I.A. Sanfirov*

RAS corresponding member *V.N. Strelnikov*

RAS corresponding member *M.I. Sokolovskii*

Dr. Sc. (Phys.&Math.) *A.A. Tashkinov*

RAS corresponding member *Eu.G. Furman*

RAS corresponding member *O.V. Khlynova*

RAS corresponding member *A.V. Chernykh*

Dr. Sc. (Med.) *S.V. Gein*

RAS corresponding member *T.V. Gavrilova*

Executive Editor

Cand. Sc. (Phys.&Math.) *A.G. Votina*

Editorial office address:

13A, Lenin St., Perm, 614000, Russia

tel.: (342) 212-40-64

e-mail: vestnik@perm-sc.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 3/2025

ИССЛЕДОВАНИЯ: ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Ильюшин А.А.

Динамика 6

Фрик П.Г., Плешков Р.А.

О предсказуемости инверсий магнитного поля в рамках простой динамической модели 15

Семина М.А., Файнбург Г.З.

История открытия и применения квадратичного закона сопротивления в рудничной аэрологии. 25

Сеничев В.Ю., Погорельцев Э.В., Макарова М.А., Савчук А.В.

Исследование взаимосвязи абразивной износостойкости литевых эластомеров полиуретанового типа с их структурными и физико-механическими особенностями. 33

В МИРЕ ЯЗЫКА

Ли Юнню

Корпусное и экспериментальное исследование категорий лингвоаксиологии в языковом сознании русских и китайцев (на материале корпусов современного китайского языка) 52

ИЗ ИСТОРИИ РОДНОГО КРАЯ

Черных А.В., Каменских М.С.

Итоги XVI Конгресса антропологов и этнологов России: город Пермь, 2-6 июля 2025 года 71

Чернышева Ю.С.

Из истории эвакуационного госпиталя №1712 89

CONTENTS

JULY – SEPTEMBER 3/2025

RESEARCH: THEORY AND EXPERIMENT

Ilyushin A.A.

Dynamics 6

Frick P.G., Pleshkov R.A.

On the predictability of magnetic field inversion within a simple dynamic model 15

Semin M.A., Fainburg G.Z.

History of discovery and application of the quadratic law of resistance in mine aerology 25

Senichev V.Yu., Pogoreltsev E.V., Makarova M.A., Savchuk A.V.

Study of the interrelation between abrasive wear resistance of cast polyurethane-type elastomers and their structural and physical-mechanical features 33

IN THE WORLD OF LANGUAGE

Li Yongnuo

Linguistic corpus and experimental study of axiological categories in the mentality of russians and chinese (based on the corpora of the modern chinese language) 52

FROM THE HISTORY OF THE NATIVE LAND

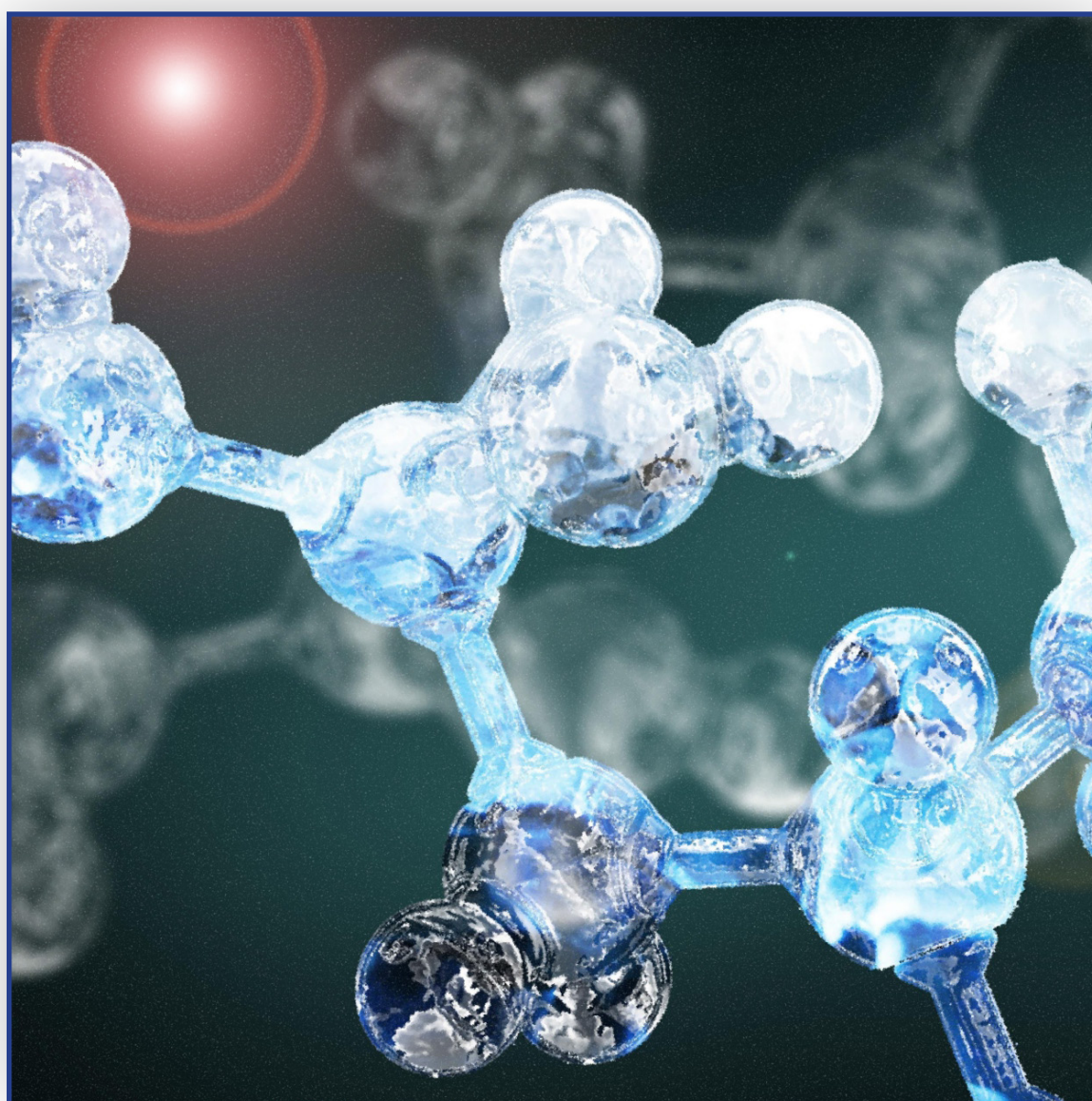
Chernykh A.V., Kamenskikh M.S.

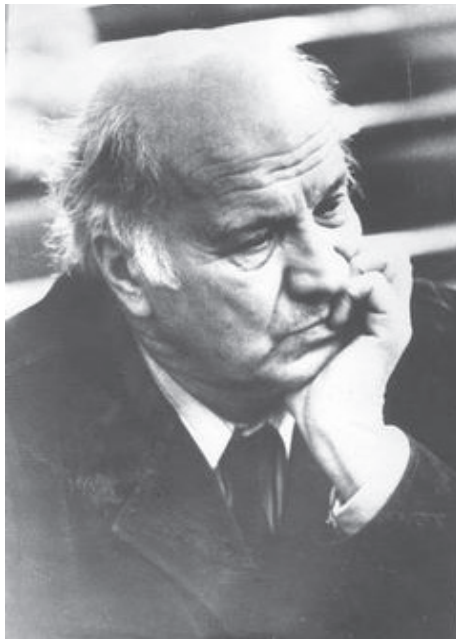
Results of the XVI Congress of anthropologists and ethnologists of Russia: Perm, July 2-6, 2025 71

Chernysheva Y.S.

From the history of evacuation hospital № 1712 89

***ИССЛЕДОВАНИЯ:
ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ***





Ильюшин Алексей Антонович

(7 (20) января 1911, Казань – 31 мая 1998, Москва) – советский и российский учёный в области механики сплошных сред. Член-корреспондент АН СССР (1943)

ДИНАМИКА*

Жизнь университетского профессора со стороны кажется академической, размеренной и очень далекой от той жизни, которая проходит рядом. На самом деле все намного сложнее. Серьезный научный результат неотрывно связан с частной жизнью исследователя и через нее с той социальностью, в которой он существует. Это я и пытаюсь показать, рассказывая о некоторых своих этапных работах по динамике сплошных сред и обстоятельствах, их сопровождающих.

В декабре 1929 г. я перевелся на первый курс физико-математического факультета Московского университета из Казанского университета. Первые два года велись напряженные теоретические занятия физикой и математикой. Следующие два года обучение продолжалось в режиме:

4 дня в неделю математика, кроме того, аналитическая динамика, аэродинамика, гидромеханика, теория упругости, гидравлика и сопротивление материалов, включая лабораторные занятия, а также специальные курсы (теория крыла и винта, статика и динамика сооружений, прикладная механика) и два дня – производственная практика, которая оплачивалась (стипендия была небольшой). В 1930–1931 гг. звание техника нам давалось после прохождения необычно большой для студентов физмата МГУ производственной практики в литейных, кузнечных и механических цехах заводов. Так что, имея уже квалификацию станочника по дереву (перед поступлением в КГУ я должен был отработать на производстве год), я освоил и слесарно-кузнечное дело.

* Ильюшин А.А. Динамика [Впервые опубликовано в: Вестн. Моск. ун-та. Сер. 1. Матем., мех., 1994, № 3, 79–87] // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2025. – № 3. – С. 42–50.

Собственно научная и инженерная работа началась для меня весной 1932 г. в СЛИ – секции летных исследований ЦАГИ – главного центра авиационной науки страны, созданного в декабре 1918 г. Н. Е. Жуковским.

В СЛИ изучали тогда динамику одной из сложных фигур высшего пилотажа – «штопора», выполнение которой нередко оканчивалось аварией. Перед полетом для увеличения числа витков «штопора» в хвостовую и боковые части самолета У-2 добавляли песок, путем вычислений надо было точно определить изменения центровки и моментов инерции самолета (С). Я прочел статью Н. Е. Жуковского «Колебания маятника о двух степенях свободы» – результатом стал метод определения тензора инерции путем крутильно-маховых качаний С на бифилярных подвесках – точный метод его измерения с помощью часов. Для СЛИ это был незнакомый прием, однако солидные летчик и руководитель темы Ю. А. Победоносцев качались в готовой к полету машине.

Меня перевели в отдел ОК и через год присвоили звание инженера ЦАГИ. Особыми конструкциями (ОК) назывались тогда в самолетном варианте автожиры – с пассивно ротирующим винтом и вертолеты – с активным. В Общетеоретическом отделе ЦАГИ под руководством знаменитого С. А. Чаплыгина работали в то время В. В. Голубев, А. И. Некрасов, Л. Н. Сретенский, Н. Е. Кочин, М. А. Лаврентьев. Я занимался тщательными поэлементными расчетами лопастей несущего винта, имеющих все три степени свободы (одну – с существенно освобождающими связями). Сравнивая числа своих таблиц с опытными, я обнаружил существенные (особенно в расчетах прочности) эффекты кориолисовых ускорений, характерные для этого сложного движения.

На увлекательных лекциях по механике А. И. Некрасова и А. П. Минакова в 1933–1934 гг. мне пришла в голову мысль построить в Центральном парке культуры и отдыха имени Горького (ПК) динамический стенд – аттракцион «Параболоид чудес» (ПЧ), где посетители могли бы воспринять в ощущениях все тонкости криволинейного поля ускорений, особенно знаменитого «кориолиса». Директор парка культуры Бетти Глан доверила мне, инженеру ЦАГИ, и моему школьному товарищу технику-строителю А. Я. Эпштейну проектирование и строительство ПЧ. К середине лета 1934 г. он был построен в виде 10-метрового шара деревянно-тросовой конструкции на упорнорадиальных шарикоподшипниках, вращающегося со скоростью около 18 об/мин вокруг вертикальной оси. Изнутри это был точный парабоид, по верхнему контуру ортогонально присоединенный к крыше, сделанной в виде конуса, с углом $2\pi/3$ (120°) при вершине. Значит, «полное ускорение на точку», т. е. на всех людей, находящихся внутри у верхнего края, ощущающих на ногах двойной «собственный вес», было $2g$, и коэффициент перегрузки, говоря языком космонавтов, был $n=2$. Шар был окружен кольцевым балконом и имел входную дверь. После визуального медосмотра до 10 человек желающих заходили внутрь, служитель закрывал дверь, и шар начал незаметно вращаться. При скорости 18 об/мин раздавалась команда «Расходитесь!», и начинались все «чудеса» криволинейного поля ускорения и относительности: не понять, где верх, где низ, брошенный мяч летит по спирали, при быстром изменении взгляда кружится голова, все стоят в странных позах, кто под разными углами на стенах, кто висит вниз головой на потолке и т. д. Это – прототип тренажеров будущих космонавтов; но невесомость в ПЧ недостижима. Коэффи-

циент перегрузки n может возрастать, но не убывать ниже нормального $n=1$ на Земле.

Фанера может «заболевает» – терять прочность. Мне как цаговцу это было известно, а ПЧ, к сожалению, деревянная конструкция да еще сильно динамически нагруженная, поэтому ему установили «срок жизни» 4 года.

В 1934 г. я защитил дипломную работу, опубликованную через два года вместе с двумя другими по расчету прочности прямооточных котлов и теории манометрической трубки (1937 г.) и поступил в аспирантуру МГУ. Тогда же начал заведовать лабораторией сопротивления материалов, которую вскоре превратил в лабораторию сложных динамических процессов, коротко в динамическую.

Подступила война. В динамической лаборатории на Моховой я приступил к созданию первого линейного механического ускорителя (ЛМУ) в виде пневматического скоростного копра (ПСК), открывшего дорогу к моей будущей тематике по большим скоростям и давлениям, методам моделирования динамических процессов, включая и проблемы артиллерии.

ПСК – это смонтированный в бывшей парикмахерской в МГУ на Моховой на железобетонном фундаменте небольшой воздушный компрессор (давление 10 ~ 15 атм.) с электромотором, баллоном емкостью 1 м³, задвижкой Лудло с быстрым пусковым устройством и гладко проточенной трубой ($d=0,18$ м, $l=1$ м), внутри которой двигался полый снаряд длиной от 0,2 до 0,4 м с различными устройствами, испытываемыми моделями и измерителями, расположенными в полости; и главное с мощной открыто заделанной в железобетоне высокопрочной и вязкой броневой плитой 2×2 м² толщиной 0,3 м. Вместе с ассистентом С. М. Поповым и настоящим универсалом –

слесарем, токарем, фрезеровщиком – В. Рябовым (он был арестован перед самой войной) мне приходилось дошлифовать ее прямо на месте, растачивать трубу и фрезеровать в плите разноформенные отверстия и каналы.

Я больше теоретик, хотя все годы занимался экспериментами. В область теории пластичности вошел как аэрогидродинамик. Мое внимание в основном привлекали не детали деформации вещества, а большие деформации и общая картина течений в эйлеровом пространстве. В 1936–1938 гг. мною написаны и защищены кандидатская и докторская диссертации по вязкопластическим течениям; впервые в теорию пластичности введены термодинамика, уравнения распространения тепла, ставятся и решаются новые задачи: устойчивости процесса по отношению к возмущениям формы границы области, устанавливается эквивалентность дифференциальных уравнений вязкопластических течений вариационному принципу минимума мощности внутренних сил; обобщение этого принципа на трехмерный случай было поручено А. А. Маркову; применение к задачам теории ползучести – Ю. Н. Работнову; приложения принципа минимума к теории обработки металлов давлением и устойчивости всякого рода «шеек» даны мною и учениками в Свердловске, Перми и на Украине, а применение к образованию пробок в нефтепромысловых стволах промывающими песчано-глинистыми жидкостями – А. Х. Мирзаджан-заде (Баку). Свойства вязкопластических материалов, отраженные в теории (ТВПТ), экспериментально определялись в 1935–1937 гг. гидравлическими методами, а для твердых тел – на ПСК (так была качественно подтверждена «формула МГУ» для числа осколков).

Далее будет ясно, почему именно в ноябре 1941 г. я резко переключился

с ТВПТ на развитие деформационных подходов в теории пластичности. Буквально за два месяца создал фундамент теории малых упругопластических деформаций (ТМУПД), доказал, что все варианты определяющих соотношений теории пластичности при простых нагружениях (ввел это понятие ПН) совпадают между собой и простейшая деформационная теория является единой физически достоверной для ПН. Необходимо только, чтобы процессы ПН могли существовать одновременно во всех точках внутри тела. И это доказано теоремой о простом нагружении при вполне приемлемых на практике условиях. Значит, физически достоверны и получаемые в соответствии с ней расчетные результаты, т. е. они будут совпадать с опытными и за правильность расчетов можно ручаться. Следующая теорема относится к разгрузкам и остаточным деформациям. И последний главный шаг теоретика – введение функции ω : $\sigma = (1 - \omega)E\varepsilon$, и создан сходящийся по ω «метод упругих решений» конкретных задач.

Все эти общие теоремы и методы были созданы для того, чтобы разобраться в явлениях, происходящих в артиллерийском снаряде при движении по каналу ствола, и обосновать вытекающую из этого возможность коренного изменения, упрощения и удешевления проектирования, расчета, производства и военной приемки снарядов, поскольку 16 октября 1941 г. немецкие войска стояли под Москвой, наша артиллерия – без снарядов.

В конце 1941 – начале 1942 г. и последующие военные годы мы с С. М. Поповым и сотрудниками кафедры теории упругости МГУ, Института механики АН СССР, где я также заведовал отделом прочности (с 1936 г.), провели большую работу по артиллерийским снарядам, о которой один из крупных руководителей промышленности боеприпасов гене-

рал Н. Д. Иванов в середине 1942 г. скажет: «Вы никогда не поймете – что сделали для войны и победы».

Дело в том, что все беды обрушились сразу, наши войска, отступая к Москве и оставляя в тылу немецких войска западные базы и запасы техники, поневоле стояли перед «снарядным голодом», ведь вся артиллерия – полевая, танковая, авиационная, морская – без снарядов становилась бессильной. Именно таково было положение под Москвой (ноябрь–декабрь 1941 г.). Потребность в артснарядах страны, вынужденной быть активной в войне, характеризуется тем, что значительно более половины всего производимого черного металла расходуется именно на артснаряды, а не на корпуса танков, воздушных и других кораблей и тем более строительных конструкций. Каждая пушка в виде снарядов выстреливает десятки собственных весов да еще с колоссальными перегрузками n , скажем, $2 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^3$. Если осмыслить названные цифры, то можно получить представление о расходах разных материалов и об энергетике войны.

Было принято распоряжение ГКО СССР о необходимости срочных работ по производству артиллерийских снарядов, особенно по максимальному упрощению технологии их изготовления при безусловном обеспечении безопасности выстрела.

Распоряжение ГКО СССР по производству артснарядов, по-видимому, было воспринято в Президиуме АН СССР как поручение металлургам-технологам. Известный ученый Б. Г. Галеркин (метод Бубнова–Галеркина), член Президиума АН СССР и директор Института механики АН СССР, эвакуированного в Казань одновременно с Президиумом АН СССР, вероятно, по существу узнал об этом распоряжении только в Казани, но ему казалось, что механики тут ничего сделать не

могут. Мое появление в Казани было следствием ряда случайностей. 16 октября 1941 г. по распоряжению председателя государственного комитета по ВУЗам министра С. В. Кафтanova вместе с группой других «видных» ученых я выехал последним поездом с «удобствами» по маршруту Москва – Вятка – Пермь – Свердловск – Ашхабад. Понимая бессмысленность и бесцельность своего маршрута, я выдумываю способы своего возвращения в Москву, но движение в сторону Москвы в то время было категорически исключено. В Перми я совершенно случайно оставляю поезд, попадаю на буксирный пароход, капитан которого с риском для себя, к счастью, соглашается взять меня. И вот вниз по Каме, вверх по Волге, и я в Казани. В Институте механики АН СССР при первой же встрече с Галеркиным я детально узнаю содержание распоряжения ГКО СССР. Серьезность дела я понял 14 ноября 1941 г., когда срочно на военном самолете, кажется, на «Дугласе», с пулеметной турелью в верхнем люке (ведь к Москве, небо которой было исчерчено лучами прожекторов и трассирующих пуль, лететь было небезопасно), летел в Москву. В Москве я встретился с друзьями инженерами НИИ-24, а также познакомился с председателем АРТКО-МА ГАУКА генералом В. И. Хохловым и министром боеприпасов СССР Б. Л. Ваниковым, которые тут и узнали меня лично как ученого.

Артиллерийский снаряд к началу войны представлял стальной (а как вскоре оказалось, мог быть и чугунным), довольно толстостенный цилиндр с отношением толщины к радиусу примерно 0,2~0,3, с ожевальской головной частью и слегка конической донной, с ведущим пояском, создающим обтюрацию пороховых газов в стволе и придающим снаряду вращение вокруг оси при его движении

по нарезам в канале ствола. Вникаю в проблему «Прочность снарядов при выстреле» (с таким названием в 1992 г. была издана моя книга, а ограниченным тиражом – в 1957 г.; в том же году вышла другая – «Вопросы прочности артиллерийских стволов»). В первую очередь мое внимание приковали два обстоятельства. Военная приемка на заводах производилась по наибольшей остаточной деформации корпуса рядом с ведущим пояском. Снаряды, выпущенные настильным отстрелом по мягким грунтам на полигонах, собирают и индикаторами измеряют деформацию поверхности; если она меньше 0,25 мм по диаметру, то снаряд годен, если нет – отбракован. Это проверяется на большой партии (не на одном снаряде). Если условие прочности – «меньше 0,25» – нарушается, бракуется партия; так отбраковывались многие партии. Значит, вопрос решается по остаточной, т. е. пластической, деформации, возникающей в снаряде в стволе. А проектирование и расчеты снарядов на прочность велись тогда всюду во всем мире методами теории упругости (задачи Ляме–Гадолина). Явное противоречие, говорящее о том, что моими предшественниками совсем не понят процесс совместных деформаций ствола и движущегося в нем снаряда.

Отсюда понятен мой резкий переход от теории пластического течения (ТВПТ) к деформационному подходу – к созданию теории малых упругопластических деформаций (ТМУПД), точнее к математически еще не выясненной, физически достоверной теории пластичности, которая давала бы в расчетах на прочность ответственных изделий с ясной точностью надежные числовые значения основных параметров конструкций. «Надежные» – это слово звучало, ведь так недавно и не только из-за какой-то надежности летели головы культурно-

интеллигентной элиты и простых советских людей. Но все это как-то забывалось на фоне наступления танковых армий и всей переоснащенной военной техникой армии Гитлера, особенно на фоне нашей обескровленной артиллерии и еще каких-то, хотя и нечастых, но преждевременных взрывов снарядов в каналах стволов, уничтожающих пушки и обслуживающие их расчеты (солдат).

Анализ выстрела однозначно привел к отмеченным выше работам по ТМУПД. Первая фаза движения снаряда в стволе заканчивается моментом полного врезания пояска в конце конической части ствола при давлении пороховых газов $0 < p_{\text{вр}} \leq 250 \sim 300$ атм. Реакция N ведущего пояска на ствол и прогиб снаряда под пояском w достигают максимальных значений, внутренняя поверхность снаряда сильно натягивается в осевом направлении, значит, в этот момент может образоваться внутренняя кольцевая трещина, в которую может проникать взрывчатка (ВВ), заполняющая полость снаряда. Если же пластичность стали достаточна (трещина не образовалась), то при N_{max} , w_{max} наполнитель (ВВ) под пояском необратимо сжат реакцией и кольцевым прогибом $2w_{\text{max}}$ (скажем, $0,5 \sim 1$ мм). Во второй фазе движения при давлениях в стволе от $p_{\text{вр}}$ до p_{max} происходит общее сильное сжатие снаряда и ВВ, особенно в за поясковой (донной) части; но при этом происходит проталкивание ВВ с сильным трением через суженное (за счет прогиба) сечение снаряда (эффект «спички») и затем постепенное уменьшение реакции N и прогиба. Теперь возникает возможность исчезновения реакции, образования зазора и вначале прорыва пороховых газов над пояском. Введены понятие и критерий сохранения несущей способности корпуса снаряда при $p \approx p_{\text{max}}$. Найдены теоретически допустимые прогибы, остаточные прогибы и нормы во-

енной приемки. Особую трудность представляла задача отыскания двух главных неизвестных: максимальных N и w , поскольку на место первого главного расчетного случая по прочности явно выдвигался не момент времени $t=t_m$, когда давление в стволе достигает значения $p_{\text{max}} = p(t_m)$, а момент $t=t_{\text{вр}}$, когда давление составляет еще только $p_{\text{вр}} \approx 0,1 p_{\text{max}}$, но реакция и прогиб под пояском достигают максимальных значений: $N_{\text{max}} = N(t_{\text{вр}})$, $w_{\text{max}} = w(t_{\text{вр}})$. Момент же t_m , $p=p_{\text{max}}$ становится вторым и обязательно дополняется третьим расчетным случаем в момент $t=t_3$, когда реакция становится слишком малой, например $N(t_3) \approx 0,1 N_{\text{max}}$. Задача отыскания N_{max} , w_{max} была быстро решена на основе созданных теории и прибора по построению, так называемых «кривых врезания». Что касается причин преждевременных взрывов снарядов в канале ствола, то были установлены отмеченные выше два эффекта: «эффект трещины», если она возникает при N_{max} , и эффект «спички», т. е. воспламенения ВВ при скоростном проталкивании его через сжатую пояском зону снаряда.

Перечисленные методы проектирования, расчетные нормы приемки, различные для разных калибров и конструкций, были проверены отстрелами очень дефицитных в то время партий снарядов. В 1942 г. удивительно быстро пришли к согласию военные и промышленники на совместном пленуме Академии наук СССР, Арткома ГАУ и Министерства боеприпасов: новые взгляды на выстрел были приняты, методы расчетов, проектирования и технологии производства снарядов с отменой термообработки, как и новые нормы их военной приемки, стали законом. «Снарядный голод» резко пошел на убыль, даже сменялся изобилием, при котором только и возможны операции типа Сталинградского артиллерийского кольца.

Мои заботы, однако, не улеглись, а заменились новыми: «внедрить» в умы и ощущения военных и гражданских инженеров, что такое N_{\max} , w_{\max} , «несущая способность снаряда», почему вдруг такое сильное снижение норм приемки, отмена термообработки (кстати, одна она давала экономию десятков тысяч тонн жидкого топлива), шлифовки, Словом, теперь я опять еду в Тулу, лечу в Нижний Тагил (поговорить с инженерами и посмотреть штамповки корпусов), в Самарканд в Артиллерийскую академию, где я читаю лекции военным инженерам (1942 г.).

В 1947 г. меня пригласили во вновь организованный ракетный центр НИИ-88 в подмосковном городе Калининграде (теперь это ЦНИИМАШ, вроде ракетного ЦАГИ) и вскоре назначили его научным руководителем (заместителем начальника по науке).

Заведующим конструкторским отделом НИИ-88 был С. П. Королев, членами Совета – М. К. Тихонравов, Ю. Л. Победоносцев ...

Имея в голове образ ЦАГИ, я стал создавать теоретико-экспериментальные отделы динамики (устойчивости и управления), прочности (с оригинальным стендовым залом) и аэродинамики, пригласив в них известных заведующих кафедрами профессоров МГУ (Н. Д. Моисеев, Г. Н. Дубошин – по небесной механике, Х. А. Рахматулин – по аэродинамике, В. М. Панферов и вскоре А. В. Кармишин – по прочности, Краснушкин – по радиоп физике) и способных научных работников из молодежи. Почти все научные направления предстоящего развития НИИ-88 мне были ясны. Стоял только один вопрос – как быть с аэродинамическими расчетами, с экспериментальным определением аэродинамических коэффициентов сил и моментов ракет при больших числах

Маха, скажем $M > 3$ (а надо $M \gg 6...$), если сверхзвуковые аэродинамические трубы для $M=3$ очень малого диаметра в то время (1947 г.) были только в МГУ да ЦАГИ? Начались мои газодинамические поиски теоретического решения в лагранжевой системе координат.

Весной 1947 г. я сформулировал и доказал закон плоских сечений в аэродинамике больших сверхзвуковых скоростей, приводящий пространственную задачу к плоской, а для экспериментаторов давший метод аффинной модели. Этот закон казался некоторым настолько неестественным, что специально собравшаяся комиссия, состоявшая из бывшего тогда проректором МГУ всемирно известного математика И. М. Виноградова, М. В. Келдыша и моего оппонента Л. И. Седова, убеждала меня, что этого закона не может быть (впрочем, И. М. Виноградов молчал, М. В. Келдыш не спешил с выводом, Л. И. Седов же утверждал, что ввиду существования лобового сопротивления этот закон противоречит закону сохранения импульса для системы тело–воздух). В 1947 г. в НИИ-88 закон сразу использовали для экспериментально-теоретического определения сверхзвуковых аэродинамических коэффициентов: была построена теория панельного фляттера, вскоре закон был принят в ЦАГИ как ничему не противоречащий.

Но создавать «нечто вроде ракетного ЦАГИ» – дело большого коллектива людей, требующее много времени. Меня захлестнуло множество организационных вопросов, а это уже не моя профессия. Я сказал весной 1950 г. об этой беде С. В. Кафтанову. И вот с марта 1950 по март 1952 г. я – ректор Ленинградского университета. Новая встреча с Б. Л. Ванниковым весной 1952 г. окончилась моим назначением в Арзамас-16 заместителем Ю. Б. Харитона. Там не было суматохи и организационных хлопот, можно было

спокойно работать. Мы с Н. Н. Боголюбовым и М. А. Лаврентьевым (с ними я хорошо был знаком по МГУ и Киеву 1944–1950 гг.) после перенапряженного дня настоящей теоретико-экспериментальной работы ходили в театр и в гости друг к другу, отдыхали: Н. Н. был великий знаток и мастер приготовления кофе, М. А. подбирал коньяки, ну а я с помощью своего ученика готовил различные шашлыки. Но утро всегда находило нас в рабочих кабинетах и лабораториях. И. В. Курчатова – верховный руководитель всех работ – в наших встречах не участвовал. За время работы в Арзамасе-16 я вместе с 2–3 руководителями других направлений работ по атомным производствам три раза встречался с Л. П. Берия. Он глубоко вникал в тему разговора, интересовался обеспечением работ промышленностью. Но был непреклонен в изменении, особенно удлинении сроков изготовления изделий: сделаете в срок – «всем будут награды», не сделаете – «будет всем тюрьма». Сроки выполнялись. Меня миновали и тюрьма, и награды (не считая мелочей). Мне не совсем нравилось ученое общество в Арзамасе.

Когда решался вопрос о новом мощном изделии, А. Д. Сахаров был инициативным неопределенным сторонником термоядерного варианта, я также определенно и активно поддерживал этот вариант. Ю. Б. Харитон и его сторонники возражали, считая, что необходимую мощность можно достигнуть на увеличенной конструкции обычной атомной бомбы. Но это было неперспективно. Победил вариант Сахарова, хотя сам он был где-то в тени или даже отсутствовал на решающем совещании (он был еще молодым доктором). Вел встречу, если я не ошибаюсь, И. В. Курчатова. Итог известен.

1953 год, Сталин скончался, Берия смещен. Я с легким сердцем улетаю в Москву, где с помощью В. Н. Малина (бывшего секретаря Ленинградского горкома) встречаюсь с Н. С. Хрущевым, который рекомендует мне продолжить работу в Арзамасе.

В 1954 г. я был избран директором Института механики АН СССР*. Занимаюсь развитием ПСК и линейными механическими ускорителями (ЛМУ). ЛМУ представляет собой устройство, в котором создается линейное поле постоянного ускорения с коэффициентом перегрузки n от 1 до $0,5 \cdot 10^5$: вся механика на нем – как на Земле, только вес любого тела и частоты колебаний в n раз больше, а длины и времена в n раз меньше. На ПСК изучались динамические свойства металлов, выдвигание внутренних неоднородностей на поверхность; были испытаны модели многих конструкций; получено устойчивое движение масляной струи в следе снарядика, движущегося в воде со звуковой скоростью (1,5 км/с); выполнено перемешивание тяжелых и легких веществ при больших $n \sim 5 \cdot 10^3$; произведены подземные взрывы, моделирующие натуральные – около тысячи тонн тротила на глубине около 100 м с получением сферических неразрушенных полостей около 40 м в диаметре. Был построен ускоритель для $n=100$ со свободно падающим тяжелым ковшом диаметром около 0,8 м, глубиной около 0,6 м (в натуре соответственно 80 и 60 м). Интересно, что тяжелый ковш без малейших колебаний с 10-метровой высоты летел на ускоритель (тормоз), взлетая обратно, где улавливался. В ковше, например, делался в грунте канал с водой и в нем под водой взрывался детонатор с тротильным эквивалентом в натуре около 0,3–0,5 т.; ускорение 100 g сохранялось постоянным

* Институт механики АН СССР образован в Москве в 1935 г.; в 1960 г. переименован в Институт проблем механики (ИПМ АН СССР).

около 0,25 с, т. е. около 25 с в натуре: скоростная съемка показывала очень натуральное разбегание волн по берегам канала и сдвигу перекрывающего канал блока, имитирующего бетонный мост. Этот ускоритель и до сих пор используется в Институте горного дела Киргизии для изучения взрывов в ущельях или на склонах. Переброска горных пород взрывом вполне натуральна, так как высота свободного падения тела в ковше $h=ngt^2/2 \approx 0,3$ (т. е. меньше 0,6 м) укладывается в высоту ковша. Это достаточно подтверждено в Киргизии на натуральных взрывах. А в Институте механики АН СССР и МГУ я занялся теорией подобия и моделирования динамических процессов на ЛМУ (в Ленинграде – термомеханических скоростных кузнечных процессов). Большой ЛМУ на $n=10^3$ был также построен, но не пущен на Моховой. Опыты были произведены на ПСК, о чем сказано в моей книге «Механика сплошной среды» (1990 г.). ЛМУ-100 и ЛМУ-1000 я отправил в Институт горного дела АН Киргизской ССР, где работы продолжил С. М. Попов (избранный действительным членом этой академии).

В Институте механики АН СССР впервые был создан вычислительный центр с приличными ЭВМ (50-е годы), создан ряд новых стендов и лабораторий, включающих газодинамическую с ударной трубой. Тогда там работали известные ученые: Н. Г. Четаев с учениками (теория устойчивости), В. З. Власов и А. Л. Гольденвейзер (прикладная теория оболочек и тонкостенных конструкций), В. В. Соколовский (пластичность), Б. Н. Юрьев (прикладная аэродинамика), П. Я. Кочина (прикладная гидродинамика, теория фильтрации), Ю. Н. Работнов

(ползучесть). Издавался известный журнал ПММ АН СССР, образован «Инженерный сборник», реорганизованный позже в журнал «Механика твердого тела». Создан научный Совет АН СССР по проблеме прочности и пластичности, сыгравший немалую роль в координации научных работ ВУЗов и отраслевых организаций.

В это же время в МГУ на Ленинских горах возводились новые лаборатории Института механики МГУ, где я интенсивно помогал строить стендовый зал с новыми силовозбудителями, динамическую лабораторию с рентгеносъемкой быстротекущих процессов и довольно мощной вакуумной камерой для взрывных работ, лабораторию механики полимеров и др. Словом, я оказался сидящим на двух стульях (если не больше) и снова очень уставал, главным образом от организационных дел, а годы мои приближались к 50, и число учеников и помощников все увеличивалось. Недовольство в Институтах механики МГУ и АН СССР росло. И вот на выборах на пост директора Института механики АН СССР на третий срок, вероятно, согласованных, а точнее predeterminedных в ЦК КПСС, я категорически отказываюсь быть директором. И не стал, и был исключен из «номенклатуры», так как после этого мне уже не предлагали «высокие посты».

Наступают шестидесятые годы, снова я на своей кафедре теории упругости МГУ. Предстоит этап оформления идей, создания теории упругопластических процессов, общей математической теории термовязкопластичности и термодинамики МСС с мерами необратимости и повреждаемости, пожалуй, моего основного вклада в механику.

О ПРЕДСКАЗУЕМОСТИ ИНВЕРСИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В РАМКАХ ПРОСТОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ*

П.Г. Фрик, *Институт механики сплошных сред УрО РАН*

Р.А. Плешков, *Институт механики сплошных сред УрО РАН*

Для цитирования:

Фрик П.Г., Плешков Р.А. О предсказуемости инверсий магнитного поля в рамках простой динамической модели // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2025. – № 3. – С. 15–24. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.1>

Рассмотрено вязкое обобщение модели двухдискового динамо Рикитакэ, известной как простейшая динамическая модель случайных инверсий геомагнитного поля. Проведено систематическое исследование возникающих режимов в пространстве параметров (степень омической диссипации и отношение моментов сил, вращающих диски) при фиксированном магнитном числе Прандтля $Rm=10^{-6}$, характерном для жидкого ядра Земли. Показано, что есть узкая область в пространстве параметров, в которой реализуются режимы редкоинверсного хаоса, отличающиеся очень длительными хронами (интервалами времени, в течение которых знак магнитного поля сохраняется), в пределах которых решение носит квазиустойчивый характер, а имеющие место колебания поля характеризуются незначительной амплитудой и крайне медленной скоростью роста. Выявлена закономерность эволюции возмущений поля в пределах отдельного хрона, позволяющая предсказать время следующей инверсии магнитного поля.

Ключевые слова: магнитное поле Земли, модели динамо, шкала полярностей, предсказуемость инверсий поля.

Введение

Многие космические тела (планеты, звезды, пульсары, аккреционные диски, галактики и даже галактические кластеры) обладают крупномасштабными магнитными полями, возникающими в результате турбулентных течений про-

водящей жидкости (плазмы), то есть процессов, называемых магнитогидродинамическим (МГД) динамо [1]. Будучи результатом очень сложного нелинейного процесса, эти магнитные поля имеют многомасштабную пространственную структуру и демонстрируют столь же

* Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема №124012300246-9 Крупномасштабные течения и теплообмен в проводящей и непроводящей жидкости в условиях мелкомасштабной турбулентности).

сложную временную динамику. Самым известным квазипериодическим природным МГД процессом является солнечное динамо, которое задает 11-летний цикл активности Солнца (период МГД цикла – 22 года и раз в 11 лет магнитное поле достигает максимума с переменным знаком, то есть северный и южный магнитные полюса меняются местами каждые 11 лет). Регулярные и нерегулярные изменения магнитных полей выявлены за последние полвека на десятках звезд [2].

Магнитное поле Земли за время прямых наблюдений менялось слабо, хотя магнитные полюса непрерывно смещаются, уходя не слишком далеко от географических полюсов (Северный магнитный полюс был открыт в 1831 году в северной Канаде, а сегодня он приближается к Таймыру). Однако палеомагнитные исследования свидетельствуют о том, что за время существования твердой Земли магнитное поле нашей планеты меняло свое направление около двух тысяч раз. Процесс переброса поля происходит по геологическим меркам очень быстро и называется инверсией, а временной интервал между двумя последующими инверсиями называют хроном. Продолжительность отдельных хронов меняется в широких пределах, от тысяч лет до 50 миллионов лет [3]. Последовательность инверсий представляется случайной и каких-либо признанных подходов к прогнозу времени следующей инверсии на сегодня нет.

Случайный характер процесса смены полярностей геомагнитного поля был установлен в середине прошлого века, и вскоре появилась первая модельная система Т. Рикитаке [4], приводящая к случайной смене знака генерируемого поля. Модель Рикитаке описывает генерацию поля в системе двух дисковых динамо, каждое из которых питает обмотку возбуждения другого диска. Отметим, что модель и по структуре уравнений, и по полученным решениям

близка к триплету Е. Лоренца [5], но появилась почти на десять лет раньше знаменитой работы, давшей толчок ко всеобщему увлечению странными аттракторами в 70-80-х годах прошлого века [6].

С момента появления системы Рикитаке создано много различных моделей геодинамо. В прямых численных расчетах воспроизведены инверсии магнитного поля Земли [7], однако интерес к простейшей модели, воспроизводящей случайную последовательность инверсий, остался. Хотя с развитием теории динамических систем в 1970-х годах стало ясно, что система Рикитаке ведет себя подобно многим другим простым динамическим системам, она оставалась базовой моделью, рассматриваемой в контексте проблемы динамо с хаотическими инверсиями поля, и большинство исследований этой модели проводились именно с целью выявления закономерностей в возникающих последовательностях инверсий и сравнения со шкалой смены полярностей магнитного поля Земли [8-11].

Среди попыток обобщения модели Рикитаке принципиальным является переход к системе с вязкой диссипацией (в модели Рикитаке присутствует омическая диссипация, но диски вращаются без трения). Использование трения в двухдисковой модели динамо было впервые предложено Д. Алленом [12] и реализовано А. Куком [13]. В общем виде система с независимыми коэффициентами трения на каждом диске была рассмотрена С. Ершовым с соавторами [10]. Введение вязкой диссипации принципиально важно, поскольку позволяет избежать зависимости решений от начальных условий.

Авторами данной работы недавно было обнаружено, что в системе Рикитаке существуют не известные ранее режимы, названные редкоинверсным хаосом [14], отличающиеся очень длительными хронами, в пределах которых решение носит

квазиустойчивый характер, а имеющие место колебания характеризуются незначительной амплитудой и крайне медленной скоростью роста. Важно, что такого рода решения были найдены и в вязком аналоге системы Рикитаке, то есть в двухдисковом динамо с трением. Именно такая система рассматривается в данной работе с целью выявить возможность появления редкоинверсного хаоса (РИХ) при различных магнитных числах Прандтля (соотношения вязкой диссипации к омической) и найти границы области существования таких режимов в пространстве управляющих параметров. Также исследуются закономерности эволюции магнитного поля в пределах каждого хрона с целью предсказания срока очередной, возможно, очень удаленной во времени инверсии.

Двухдисковое динамо

Рассмотрим систему двух электропроводящих дисков, имеющих моменты инерции C_i , каждый из которых вращается под действием приложенного крутящего момента G_i с некоторым трением v_i (рис.1). На оси каждого диска расположена катушка индуктивности L_i , к которой подается ток, генерируемый другим диском. Электрическое сопротивление цепи с диском равно R_i , а взаимная индуктивность между цепью и противоположным диском равна M_i . Индекс $i=1,2$ показывает, относится ли соответствующий параметр к первому или второму контуру. Состояние системы описывается четырьмя переменными: угловыми скоростями Ω_i и электрическими токами I_i , эволюция которых определяется следующими уравнениями [10]

$$\begin{cases} L_1 I_1 = M_1 \Omega_1 I_2 - R_1 I_1, \\ L_2 I_2 = M_2 \Omega_2 I_1 - R_2 I_2, \\ C_1 \dot{\Omega}_1 = G_1 - M_1 I_1 I_2 - v_1 \Omega_1, \\ C_2 \dot{\Omega}_2 = G_2 - M_2 I_1 I_2 - v_2 \Omega_2 \end{cases} \quad (1)$$

При $v_1 = v_2 = 0$, система (1) совпадает с исходной системой Рикитаке [4].

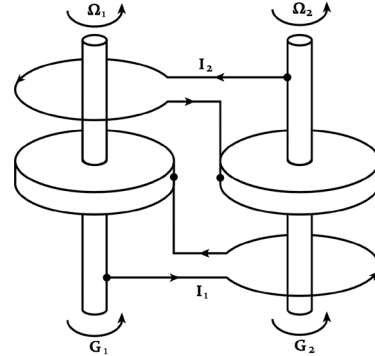


Рис. 1. Схема двухдискового динамо

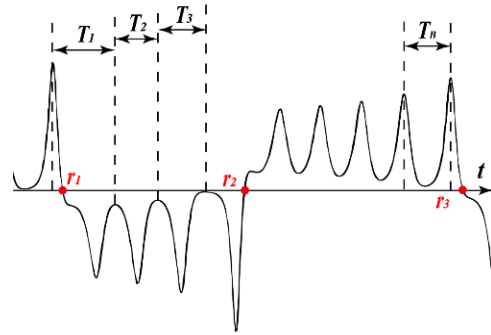


Рис. 2. Фрагмент решения $X(t)$

Для сокращения числа параметров характеристики двух контуров полагают одинаковыми ($L_1 = L_2 \equiv L$; $C_1 = C_2 \equiv C$; $R_1 = R_2 \equiv R$; $M_1 = M_2 \equiv M$, $v_1 = v_2 \equiv v$). Следуя работе [8], примем за единицу силы тока $\sqrt{(g/M)}$ (используется среднегармоническое значение двух моментов $g = 2G_1 G_2 / (G_1 + G_2)$), за единицу угловой скорости $\sqrt{gL/CM}$, а за единицу времени $\sqrt{\tau_e \tau_m}$. Единица времени включает два характерных времени – время $\tau_m = CR/gM$, за которое диск разгоняется под действием приложенного момента силы до характерной скорости R/M , и время электромагнитной диффузии $\tau_e = L/R$, характеризующее время вырождения поля при остановке диска. Их отношение является важным безразмерным параметром $\mu^2 = \tau_m / \tau_e = CR^2/gLM$.

Опуская детали (их можно найти в работе [14]), выпишем результирующую систему, состоящую из трех безразмерных уравнений

$$\begin{cases} X_1 = X_2 Y - \mu X_1, \\ X_2 = (Y - p) X_1 - \mu X_2, \\ Y = \beta - X_1 X_2 - k Y \end{cases} \quad (2)$$

где X_1 и X_2 – безразмерные токи, $Y = Y_1$ – безразмерная угловая скорость первого диска. Скорость второго диска оказывается связанной со скоростью первого $Y_2 = Y - p$. Параметр k определяет эффективность вязкого трения ($k^2 = Lv^2/CMg$), а параметр $\alpha = G_1/G_2$ задает отношение двух моментов. Величина $\beta = (1 + \alpha)/2$ определяется значением α . Таким образом, система (2) имеет три управляющих параметра: k , μ и α .

Важно напомнить, что ключевым параметром в задачах МГД-динамо является магнитное число Рейнольдса $Rm = UL/\eta$ (U – характерная скорость, L – размер, η – коэффициент магнитной диффузии), которое характеризует соотношение сил, обеспечивающих генерацию и диссипацию поля. В двухдисковом динамо его аналогом выступает параметр μ (точнее, $1/\mu^2$). Другим важным параметром МГД-динамо является обычное гидродинамическое число Рейнольдса $Re = UL/\nu$ (отношение нелинейных сил к силам вязкости, здесь ν – кинематическая вязкость), которое определяет характер течения. В модели (2) его аналогом является параметр k (точнее, $1/k^2$). Отношение двух чисел Рейнольдса есть магнитное число Прандтля, являющееся по определению отношением кинематической вязкости к коэффициенту магнитной диффузии, $Pm = Rm/Re = \nu/\eta$, и характеризующее свойства электропроводной жидкости. Обратим внимание на то, что исходная модель Рикитакэ игнорирует вязкость и не имеет аналога числа Рейнольдса. Последнее важное замечание касается того, что «электрохимическое» двухдисковое динамо, в отличие от настоящих МГД-динамо, имеет параметр,

ответственный за нарушение симметрии, – отношение крутящих моментов α . Если этот параметр равен единице, то хаотические режимы в модели отсутствуют.

Редкоинверсный хаос

Система (2) дает широкий спектр периодических и хаотических решений [14]. Имея цель выделить из них те, которые можно отнести к РИХ, то есть режиму хаотическому, но с минимальной частотой инверсий, мы опираемся на две характеристики решения – коэффициент заполнения гистограмм времен возвращения, предложенный для оценки разнообразия хаотических фрагментов в странных аттракторах [15], и среднюю частоту инверсий, впервые использованную в работе К. Ито [9]. Смысл обеих характеристик поясняет рис.2, на котором показан фрагмент решения для величины $X_1(t)$ в типичном хаотическом режиме. Решение представляет собой последовательность колебаний с нарастающей амплитудой в области притяжения одного стационарного решения, заканчивающиеся переходом в область притяжения другого. На рисунке обозначены символами r_i моменты смены знака, то есть инверсии. Средняя частота инверсий N определяется как среднее число инверсий за одну безразмерную единицу времени. Вторая характеристика, коэффициент заполнения Δ , вводится как мера разнообразия индивидуальных времен возврата, которое определяется как временной интервал T_i между двумя последовательными локальными максимумами. На практике строится гистограмма времен возврата T_i и вычисляется количество непустых ячеек N_T . Затем коэффициент заполнения определяется как произведение этого числа на ширину ячейки δ , т.е. $\Delta = N_T \delta$ [14,15].

Для стационарных решений и для колебаний вокруг одного фокуса без переходов к другому $N=0$. Для периодических решений с инверсиями N становится большим, в то время как хаотические решения дают некоторые промежуточные значения. Коэффициент заполнения для стационарных решений также равен нулю ($\Delta=0$), но он плохо распознает периодические решения, для которых он мал и дает на карте черные области. Напротив, коэффициент заполнения чувствителен к хаотическим модам, указывая на разнообразие возникающих периодов. Важно,

что режимы РИХ уменьшают и коэффициент заполнения, и частоту N , и область их существования дает темный след на обеих картах.

Численные решения системы (2) показали, что режимы РИХ возникают только при достаточно низких значениях магнитного числа Прандтля, $Rm < 10^{-3}$. Мы обсудим результаты расчетов для $Rm=10^{-6}$, значения, типичного для жидких металлов, то есть и для внешнего ядра Земли, в котором работает геодинамо. Карты величин Δ и N на плоскости параметров (μ, α) показаны на рис.3.

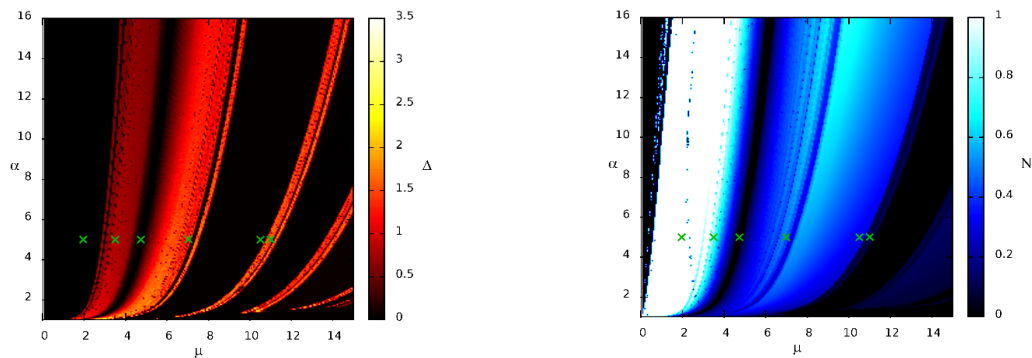


Рис. 3. Поля Дельта (слева) и N (справа) параметров (μ, α) для $Rm=10^{-6}$

При малых μ существует узкая, расширяющаяся с ростом α область стационарных решений (черный треугольник у левого края карты N). С ростом μ наблюдается непрерывная область периодических решений (яркая белая полоса на карте N), справа от которой локализована область хаоса – на карте коэффициента заполнения она выглядит как широкая двойная красная полоса с довольно широким темным желобом (каньоном, решения в котором мы подробно рассмотрим ниже). В зоне хаоса присутствующие там окна периодичности выглядят как небольшие включения. Справа от основной области хаоса на карте Δ видны изолированные красные полосы, в которых возникают хаотические решения другого типа. Их можно охарактеризовать как динамо-всплески – хаотический режим,

при котором колебания вокруг стационарных решений отсутствуют, но на фоне нулевого решения возникают отдельные положительные или отрицательные всплески. Карта частоты инверсий N показывает, что эти области динамо-всплесков локализованы внутри широкой области периодических решений, которая видна в виде широкой полосы на карте N , окрашенной в различные оттенки синего. В черной области справа решения снова становятся периодическими.

Спектр решений, возникающих по мере увеличения параметра μ , иллюстрирует рис.4, на котором представлены решения для точек, лежащих на карте вдоль сечения $\alpha = 5.0$ (зеленые крестики на рис.3). На верхней панели показан пример периодического решения для малых μ , а именно для $\mu = 2.0$. Второй пример

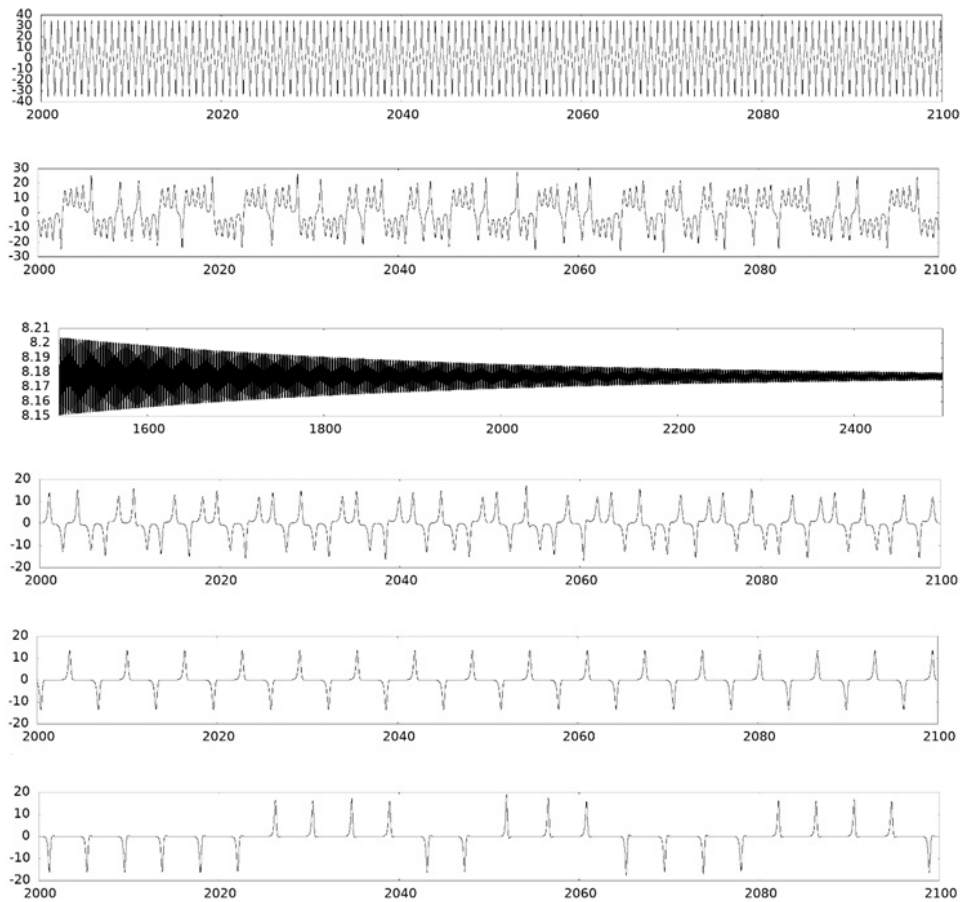


Рис. 4. Фрагменты решений для $X_i(t)$ при $Pm=10^{-6}$, $\alpha = 5.0$ и различных значениях параметра μ (сверху – вниз: $\mu = 2, 3.65, 4.64, 7, 10.5, 11$)

касается основной области хаоса (первая широкая красная полоса на карте $\Delta(\mu, \alpha)$, $\mu = 3.65$). Решение имеет типичный лоренцовский вид, при этом длина отдельных фрагментов, соответствующих колебаниям вокруг одного из стационарных решений, растет по мере приближения к черной полосе каньона (частота инверсий N уменьшается). В центре каньона (третья панель, $\mu = 4.64$) колебания затухают, и решение становится стационарным. Справа от каньона область хаоса продолжается, но форма каждого отдельного колебания становится асимметричной (фазовая траектория прижимается к оси при каждом повороте), и колебания преобразуются по мере роста μ в последовательность коротких импульсов. Такого рода решения иллюстрирует четвертый

пример ($\mu = 7.0$). Эти решения превращаются в строго периодически чередования импульсов разного знака (пятый пример, для которого $\mu = 10.5$). Еще раз отметим, что на карте Δ граница между областями хаоса и периодичности резкая, но на карте N она не видна, поскольку частота разворотов плавно меняется, продолжая уменьшаться с ростом μ во всей области периодических решений. Следующий пример ($\mu = 11.0$) относится к первой узкой красной полосе после широкой черной области на карте $\Delta(\mu, \alpha)$, в которой появляется режим случайных динамовсплесков. По мере увеличения μ последовательность всплесков снова становится регулярной, но все всплески имеют одинаковый знак (инверсий нет). При дальнейшем росте μ (в следующей

красной полосе) снова происходят случайные динамические всплески, а затем снова периодические.

Самые интересные для нас режимы РИХ обнаружены в центральном каньоне, вблизи локального минимума величины Δ . Непосредственно в точке минимума решения затухают (третий пример на рис.4), а при небольших отклонениях от него, как было показано в [14], возникает

режим РИХ. Пример такого режима приведен на рис.5 вместе со шкалой полярностей этого сигнала, на котором знак сигнала показан белым и черным цветом. Именно такая форма представления принята для шкалы геомагнитной полярности, часть которой приведена для сравнения на этом же рисунке. Можно видеть, что качественно она выглядит так же, как и шкала модельного сигнала.

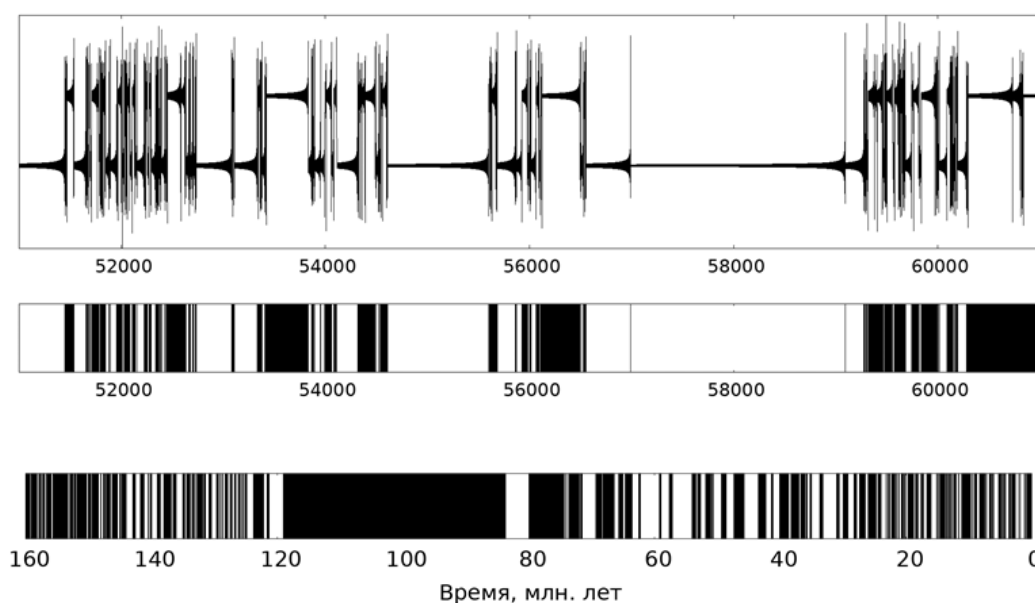


Рис. 5. Фрагмент решения для величины $X_1(t)$ в режиме РИХ (вверху), соответствующая ему шкала полярностей (плюс – черный, минус – белый) и фрагмент шкалы геомагнитной полярности [3] (внизу)

Предсказуемость инверсий в двухдисковом динамо

Вопрос о предсказуемости инверсий геомагнитного поля имеет не только фундаментальный интерес, но и крайне актуален для человечества, так как инверсия означает полную перестройку магнитосферы с достаточно длительным (по меркам человеческой жизни) отсутствием защиты от космических лучей. Поэтому важно разобраться с базовыми механизмами эволюции возмущений поля и возможностью предсказать момент времени, когда развитие возмущений приведет к инверсии, даже в рамках простейшей модели РИХ.

Режимы РИХ отличаются чрезвычайно

слабым инкрементом нарастания возмущений, причем сам инкремент меняется со временем, демонстрируя медленный, но монотонный рост. Попытки получить какую-либо зависимость, позволяющую прогнозировать развитие возмущений, принесли успех при переходе к обратному отсчету времени в рамках каждого отдельного хрона. Конкретно, проводились очень длинные численные интегрирования системы (2) при фиксированных значениях управляющих параметров, а затем рассматривалась эволюция возмущений внутри отдельного хрона с отсчетом времени t_r от последующей инверсии, то есть от конца хрона (рис.6).

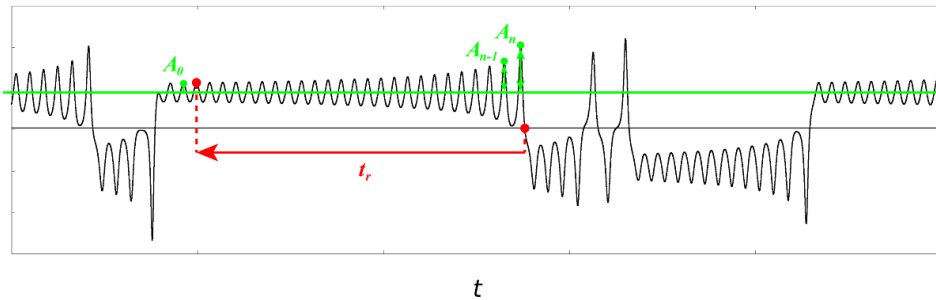


Рис. 6. Обратный отсчет времени t_r , используемый при анализе связи амплитуды возмущений и времени до следующей инверсии

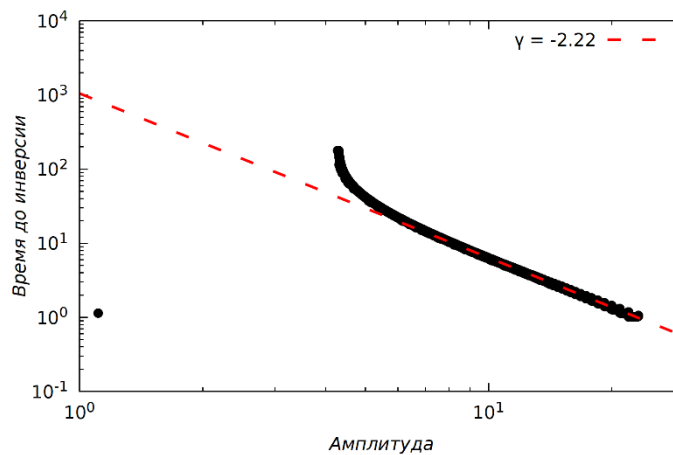


Рис. 7. Зависимость времени до следующей инверсии от амплитуды возмущений поля для $Pm = 10^{-6}$, $\mu = 31.45$, $\alpha = 10000$

На рис.7 показана зависимость времени t_r , оставшегося до очередной инверсии, от амплитуды возмущений. Зависимость представлена в двойных логарифмических координатах и показывает, что, начиная с самых ранних этапов эволюции возмущений, в рамках хрона выполняется степенная зависимость вида

$$T = T_0 A^\gamma, \quad (3)$$

которая нарушается при приближении к моменту инверсии (скорость роста возмущений растет). Важно, что несмотря на то, что степенной закон (3) перестает выполняться, все точки ложатся на общую кривую, давая однозначную зависимость оставшегося до инверсии времени от текущей амплитуды возмущений.

Расчеты, выполненные для самых различных значений управляющих параметров, показали, что степень в законе (3)

слегка меняется в различных расчетах (в примере, показанном на рис.7, $\gamma = -2.22$), показывая при стремлении вязкости к нулю асимптотику $\gamma \rightarrow -2$.

Заключение

Показано, что в простой динамической модели двухдискового динамо в определенном диапазоне управляющих параметров возможно существование режима, названного редкоинверсным хаосом (РИХ). Режим возникает только при достаточно низких магнитных числах Прандтля ($Pm < 0.001$) и при вполне определенном соотношении параметров, определяющих уровень диссипации и асимметрию системы дисков. Режим отличается очень длительными хронами (интервалами времени, в течение которых знак магнитного поля сохраняется), в пределах которых

решение носит квазиустойчивый характер, а имеющие место колебания поля характеризуются незначительной амплитудой и крайне медленной скоростью роста.

При пересчете на значения параметров, характерные для земного динамо, наблюдаемые в расчетах максимальные длительности хронов достигают в размерных величинах сотен миллионов лет (самый продолжительный в истории Земли суперхрон наблюдался с 312 до 262 млн. лет назад, то есть составил пятьдесят миллионов лет [3]).

Показано, что в двухдисковом динамо для любого хаотического режима устанавливается однозначная зависимость текущей амплитуды колебаний от времени, оставшегося до следующей инверсии поля. Таким образом, несмотря на то, что длительность очередного хрона есть ве-

личина случайная, на любой стадии эволюции поля для известного набора параметров можно по наблюдаемой амплитуде колебаний определить время следующей инверсии. Отметим, что выполненный недавно с помощью нейросети анализ показателей Ляпунова в модели Рикитакэ (невязкое двухдисковое динамо) позволил установить их связь с количеством колебаний в одном хроне [16]. Результат, полученный в данной работе, существенно шире, так как, во-первых, распространяется на системы с трением, допускающие сравнение с реальными системами, во-вторых, подтвержден для режимов редкоинверсного хаоса (а именно таково поведение поля Земли), и, в-третьих, дает прямую связь амплитуды колебаний с временем до следующей инверсии, что не было получено в работе [16].

Библиографический список

1. Соколов Д.Д., Степанов Р.А., Фрик П.Г. Динамо на пути от астрофизических моделей к лабораторному эксперименту // Успехи физических наук – 2014. – Т.184. – №.3. – С.313 – <https://doi.org/10.3367/UFNr.0184.201403g.0313>
2. Baliunas S.L., et al. Chromospheric Variations in Main-Sequence Stars. II // Astrophysical Journal, – 1995. – Vol.438, – P.269. – <http://dx.doi.org/10.1086/175072>
3. Opdyke M.D., Channell J. E. T. Magnetic Stratigraphy. International Geophysics, Vol. 64. – Cambridge: Academic Press, 1996.
4. Rikitake T. Oscillations of a system of disk dynamos // Math. Proc. Camb. Phil. Soc. – 1958. – Vol.54. – P.89. – <https://doi.org/10.1017/S0305004100033223>
5. Lorenz E.N. Deterministic nonperiodic flow // J. Atmos. Sci. – 1963. – Vol.20. – P.130. – <http://dx.doi.org/10.1177/0309133308091948>
6. Странные аттракторы. Сб. статей под ред. Синяя Я.Г. и Шильникова Л.П. // М.: Мир. – 1981. – 253 с.
7. Sprain C.J., Biggin A.J., Davies C.J., Bono R.K., Meduri D.G. An assessment of long duration geodynamo simulations using new paleomagnetic modeling criteria // Earth Planet. Sci. Lett. – 2019. – Vol.526, 115758. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2019.115758>
8. Cook A.E., Roberts P.H. The Rikitake Two-disc dynamo system // Math. Proc. Camb. Phil. Soc. – 1970. – Vol.68. – P.547. – <https://doi.org/10.1017/S0305004100046338>
9. Ito K. Chaos in the Rikitake two-disc dynamo system // Earth Planet. Sci. Lett. – 1980. – Vol.51. – P.451. – [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(80\)90224-1](https://doi.org/10.1016/0012-821X(80)90224-1)
10. Ershov S.V., Malinetskii G.G., Ruzmaikin A.A. A generalized two-disk dynamo model // Geophys. Astrophys. Fluid Dyn. – 1989. – Vol.47. – P.251. – <https://doi.org/10.1080/03091928908221824>
11. Donato S., Meduri D., Lepreti F. Magnetic field reversals of the Earth: A two-disk Rikitake dynamo model // Int. J. Mod. Phys. B. – 2009. – V.23. – P.5492. – <http://dx.doi.org/10.1142/S0217979209063808>
12. Allan D.W. On the behaviour of systems of coupled dynamos // Math. Proc. Camb. Phil. Soc. – 1962. – Vol.58, – P.671. – <https://doi.org/10.1017/S0305004100040718>
13. Cook A.E. Two disc dynamos with viscous friction and time delay // Math. Proc. Camb. Phil. Soc. – 1972. – Vol.71, – P.135. – <http://dx.doi.org/10.1017/S0305004100050374>

14. Frick P., Pleshkov R. Rare-reversal chaos in two-disk dynamo models // Phys.Rev.E, – 2024. – Vol.110. – N.6. 064203. – <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.110.064203>
15. Окатьев Р.С., Фрик П.Г. Статистика времен возвращения при анализе хаоса в динамических системах // Вестник Пермского университета. Физика. –2024. - №3. – С. 19–27. – <https://doi.org/10.17072/1994-3598-2024-3-19-27>
16. Brugnago E., Gallas J., Beims M. Machine learning, alignment of covariant Lyapunov vectors, and predictability in Rikitake’s geomagnetic dynamo model // Chaos, – 2020. – Vol.30. 083106. – <https://doi.org/10.1063/5.0009765>

**ON THE PREDICTABILITY OF MAGNETIC FIELD INVERSION WITHIN
A SIMPLE DYNAMIC MODEL**

Frick P.G., Pleshkov R.A.

Institute of Continuous Media Mechanics UB RAS

For citation:

Frick P.G., Pleshkov R.A. On the predictability of magnetic field inversion within a simple dynamic model // Perm Federal Research Center Journal Perm Federal Research Center Journal. – 2025. – № 3. – P. 15–24. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.1>

A viscous generalization of the Rikitake two-disk dynamo model, known as the simplest dynamic model of random reversals of the geomagnetic field, is considered. A systematic study of the emerging solution modes in the parameter space (the degree of ohmic dissipation and the ratio of the moments of forces rotating the disks) has been carried out under a fixed magnetic Prandtl number $Pm=10^{-6}$, acceptable for the liquid core of the Earth. It is shown that there is a narrow domain in the parameter space in which the rare-reversal chaos, characterized by very long chrons (time intervals during which the sign of the magnetic field is preserved), within which the solution is quasi-stable, and the field fluctuations are characterized by a small amplitude and an extremely slow growth rate. Some regularity of the evolution of field disturbances within a single chron has been revealed, which makes it possible to predict the time of the next magnetic field reversal.

Keywords: Earth magnetic field, dynamo models, scale of polarities, predictability of field reversals.

Сведения об авторах

Фрик Петр Готлобович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом физической гидродинамики, Институт механики сплошных сред УрО РАН – филиал Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН («ИМСС УрО РАН»), 614013, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 1; e-mail: frick@icmm.ru

Плешков Роман Андреевич, лаборант лаборатории турбулентности, «ИМСС УрО РАН»; e-mail: pleshkov_ra@mail.ru

Материал поступил в редакцию 16.07.2025

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ КВАДРАТИЧНОГО ЗАКОНА СОПРОТИВЛЕНИЯ В РУДНИЧНОЙ АЭРОЛОГИИ

М.А. Семин, Горный институт УрО РАН
Г.З. Файнбург, Горный институт УрО РАН

Для цитирования:

Семин М.А., Файнбург Г.З. История открытия и применения квадратичного закона сопротивления в рудничной аэрологии // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2025. – № 3. – С. 25–32. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.2>

Закон сопротивления (или закон Дарси–Вейсбаха), устанавливающий квадратичную зависимость потерь напора на трение от средней скорости воздушного потока, лежит в основе математического аппарата современной аэрологии горных предприятий. Несмотря на обилие научных работ, посвящённых истории шахтной вентиляции и горного дела в целом, вопрос о первооткрывателе и первом применении данного закона в рудничной вентиляции остаётся неясным. В настоящей статье представлен краткий исторический обзор, направленный на выяснение, когда и кем квадратичный закон сопротивления был впервые введен в практику вентиляции шахт.

Ключевые слова: рудничная аэрология, история науки, закон сопротивления, горные выработки, закон Дарси-Вейсбаха.

Введение

В современной научной литературе, посвящённой вентиляции шахт и рудников, нередко подчёркивается, что рост мощности добычи полезных ископаемых требует применения всё более сложных математических методов для анализа и проектирования вентиляционных систем [1, 2]. Распространено мнение, что подобные подходы являются относительно недавним явлением, характерным исключительно для нашей эпохи. Однако анализ работ по горному делу, опубликованных в начале XIX века [3], а также отечественных источников по рудничной вентиляции начала XX века [4], позволяет обнаружить сходные тезисы. Уже тогда

отмечались ускоренное развитие промышленности, увеличение объёмов горных работ и ограниченность устаревших методов проветривания в условиях роста производительности, необходимость применения научных знаний для разработки новых подходов к проветриванию.

Индустриализация, охватившая разные страны в различные исторические периоды, стала основным фактором этих изменений. Так, первая промышленная революция, проходившая в Великобритании в 1760–1840 гг., была тесно связана с активным развитием угледобычи и металлургии. Этому способствовали обильные запасы каменного угля и железной руды, особенно в таких регионах, как

«Чёрная страна» (Black Country) – в одном из первых индустриальных центров мира [5].

Стремительный рост объемов добычи полезных ископаемых естественно привёл к тому, что существовавшие на тот момент способы вентиляции шахт оказались недостаточно эффективными и безопасными. Резко выросло число забоев, а также количество метана, выделяющегося при ведении горных работ. Рудничная вентиляция перестала справляться с подачей достаточного количества свежего воздуха. Теоретические представления о свойствах взрывоопасных газоздушных смесей только начинали зарождаться, а практика шла методом проб и ошибок. В шахтах всё чаще происходили взрывы и вспышки метана [3, 6]. А потребность в каменном угле и металлических рудах только росла. Все это стимулировало поиск новых технических решений организации рудничной вентиляции, требовавших не только практической сметки и интуиции, но и системного научного подхода к описанию и количественной оценке движения воздуха в горных выработках.

Именно в этот период, в условиях остро возникшей практической потребности, впервые был предложен и внедрён в горную практику эмпирический закон, известный сегодня как закон сопротивления (который в некоторых источниках также называют законом Дарси-Вейсбаха, реже – формулой Аткинсона). Этот закон устанавливает квадратичную зависимость потери давления на трение в горной выработке от расхода (или средней скорости) воздуха. Он стал фундаментом для расчёта вентиляционных сетей шахт и рудников и остаётся актуальным до настоящего времени. На его основе работают совре-

менные отечественные и зарубежные программные комплексы, такие как «Аэро-сеть», «Вентиляция 2.0», «VentSim», «VnetPC», «Vuma» и др.

Несмотря на наличие множества научных статей об истории данного закона [7, 8], монографий об истории горного дела и рудничной вентиляции [1, 9], вопрос о том, кто именно впервые открыл и применил данный закон в рудничной вентиляции, остаётся открытым. Установление исторической первоосновы этого важнейшего положения рудничной аэрологии являлось целью настоящего исследования, которое проводилось на основании работ с архивными данными открытых источников^{1,2} и библиотек³.

Развитие рудничной вентиляции в период индустриализации

До изобретения в середине XIX века механического вентилятора, способного проветривать подземные горные выработки, все шахты проветривались только за счет естественной тяги, возникающей из-за сил плавучести, вызванных разностью температур в стволах [10]. Регулирование поступающего для проветривания воздуха означало в то время интенсификацию естественной тяги. Поэтому в период индустриализации в Великобритании начали внедряться специальные вентиляционные печи, которые интенсифицировали движение воздуха за счёт нагрева выходящего воздуха в вентиляционном стволе. Это позволило увеличить объёмы подаваемого воздуха в шахты на два порядка. Однако вскоре выявились новые проблемы: высокая концентрация взрывоопасных газов в воздушном потоке, проходящем через печь, нередко приводила к взрывам воздушно-газовой смеси и разрушению печи (а зачатую и ствола).

¹ <https://archive.org>

² <https://Annales.ensmp.fr>

³ <https://www.rsl.ru/>

Для решения этой проблемы горный инженер Джон Баддл (1773–1843) решил разделить потоки загазованного воздуха – исходящего воздуха шахт и относительно чистого свежего воздуха, поступающего к вентиляционному стволу, минуя рабочие зоны, – и внедрил в практику так называемые «глухие штреки» (*dumb drifts*) – специальные выработки, отводившие часть свежего воздуха от основания ствола к печи. Благодаря этому загрязнённый воздух, насыщенный метаном, обходил зону горения [11].

Кроме того, именно Баддл впервые предложил разделять общий приточный поток воздуха на отдельные автономные потоки, направляемые в разные участки шахты по разным выработкам. До этого, согласно многовековой традиции, воздух последовательно проходил через все рабочие зоны, но при этом концентрация метана возрастала по мере продвижения потока слишком сильно. Новый принцип, получивший название раздельной (или панельной) вентиляции, был внедрён не сразу – он противоречил представлениям многих опытных шахтёров, которые испытывали «ужас перед разделением потока воздуха, поскольку каждое разделение или раскол ослабляло основной поток» [3]. Эти опасения были частично оправданы, поскольку естественная тяга даже одного основного потока была очень слаба, и деление этого потока на несколько маршрутов ослабляло каждый поток, противоречило основной идее вентиляции: воздух должен всюду непрерывно двигаться [12].

Впервые эту систему – сегодня называемую системой автономного проветривания – применили на английской шахте Уолсенд в 1810 году. Для поддержания баланса между раздельными потоками в разных участках шахты использовались вентиляционные двери и регуляторы, контролирующие скорость движения воз-

духа. Уже в то время применялись примитивные приборы для оценки величины расхода воздуха – например, тонкая деревянная пластинка, подвешенная на верёвке и отклоняющаяся от вертикали под действием потока [6]. Регулирование распределения воздуха между параллельными направлениями осуществлялось эмпирически путем подбора положения регуляторов.

Позднее, в 1830–1840-х годах, на шахтах начали внедряться механические вентиляторы. Согласно источнику [3], сначала это произошло в Бельгии, а затем – в Англии. По данным [6], первый вентилятор в Великобритании был установлен в 1827 году и приводился в действие паровой машиной.

Появление методов расчета течений в каналах и их внедрение в рудничную вентиляцию

Необходимость расчёта параметров работы вентиляторов стала ещё одной предпосылкой для разработки теоретических основ, связывающих потери давления в вентиляционной сети с объёмом воздуха, подаваемого в шахту.

В работе [11] указывается, что первым, кто применил закон Дарси–Вейсбаха (в то время он так не назывался и был практически никому не известен) для шахтной вентиляции, был английский инспектор шахт Джон Аткинсон. В своём труде по вентиляции шахт [13], опубликованном в 1854 году, он сформулировал зависимость, связывающую потери давления на трение со средней скоростью потока u в горной выработке:

$$pA = kP\rho u^2, \quad (1)$$

где p – потери давления в расчете на единицу длины выработки, k – коэффициент трения Аткинсона, P – периметр горной выработки, ρ – плотность потока, A – площадь поперечного сечения горной выработки.

К сожалению, аналитический аппарат и математические выкладки, предложенные Аткинсоном, оказались существенно опережающими практику того времени и не были востребованы практикующими инженерами своей эпохи. Поэтому его выдающаяся работа была фактически забыта и лишь через шестьдесят с лишним лет после смерти автора была «пероткрыта» и получила практическое применение.

Заметим, что в 1886 году Аткинсон опубликовал ещё одну работу [14], представляющую собой практическое руководство по регулированию газов в шахтах и общим принципам вентиляции. В ней также была приведена квадратичная зависимость для перепада давления в форме, аналогичной (1). Для учета общего падения давления в горной выработке результат, полученный из (1), следовало умножить на L – длину выработки. Впоследствии в формуле (1), называемой также формулой Аткинсона, длина была учтена уже явно [15].

Поскольку Аткинсон имел хорошую подготовку в области математики и иностранных языков, то, возможно, он знал работы французских инженеров, решавших задачи распределения потоков воды в гидравлических инженерных сооружениях (для каналов и фонтанов) и получивших аналогичную формулу квадратичного закона. В частности, в [11] упоминаются Антуан Шези и Анри Дарси. Обзор результатов Шези – одного из первых, кто эмпирически вывел выражение, аналогичное формуле (1), применительно к расчету открытых гидравлических каналов – можно найти как в его работе [16], так и в историческом обзоре [17].

Примечательно, что в своем фундаментальном труде [3] А.А. Скочинский при выводе своего квадратичного закона, связывающего падение давления и сред-

нюю скорость воздушного потока применительно к шахтной вентиляции, ссылается на труды французских инженеров д’Обюиссона (1825 г.) и Жирара (1826 г.). Закон падения давления воздушного потока на сопротивлениях трения, представленный А.А. Скочинским, имеет уже современный вид:

$$h = \frac{\alpha PL}{S} v^2, \quad (2)$$

где h – перепад давлений в горной выработке, α – коэффициент сопротивления трения, S – площадь поперечного сечения, P – периметр выработки, v – средняя скорость потока в выработке. Отметим, что в работах (1) и (2) местами присутствуют разные обозначения одних и тех же физических величин – это сделано исключительно с целью привести формулы именно в таком символьном виде, в каком они были опубликованы изначально.

Если работы французских инженеров, включая Жирара, были посвящены расчету гидравлических сетей, то труд д’Обюиссона был сфокусирован на горном деле и проблемах рудничной вентиляции. Анализируя его работу [18], можно установить, что квадратичный закон (2) использовался им для оценки эффективности вентиляции шахт, а именно – для оптимизации подачи воздуха по металлическим трубопроводам, идущим от вентилятора к подземным участкам (см. рис.1). Таким образом, хотя д’Обюиссон и применил закон (2) к задачам рудничной вентиляции, объектом исследования в его работе был не закон движения воздуха по горным выработкам, а шахтные вентиляционные трубопроводы. Следовательно, д’Обюиссон был первым, кто использовал квадратичный закон для расчёта подачи воздуха в шахту. Но первым, кто применил этот закон непосредственно к описанию движения воздуха в горных выработках, следует считать, видимо, Аткинсона.

Французский инженер-гидравлик Жирар был первым, кто применил квадратичную зависимость перепада давления от средней скорости потока к расчету трубопроводов. Результаты его исследований [19] были доложены в Королевской академии наук еще в 1819 году, но опубликованы лишь в 1826 году. Вместе с этим, Дарси, чье имя носит формула, опубликовал свои труды значительно позднее – в 1856 году [20]. Тем не менее,

именно в работе Дарси была наиболее корректно интерпретирована и проанализирована основная причина потерь давления – шероховатость стенок трубопроводов, а не прилипание на стенках [7]. Впрочем, об истинной физической причине падения давления в трубопроводах ранее упоминал и немецкий математик Юлиус Вейсбах, однако в его труде 1845 года отсутствовала подтверждающая экспериментальная база [21].

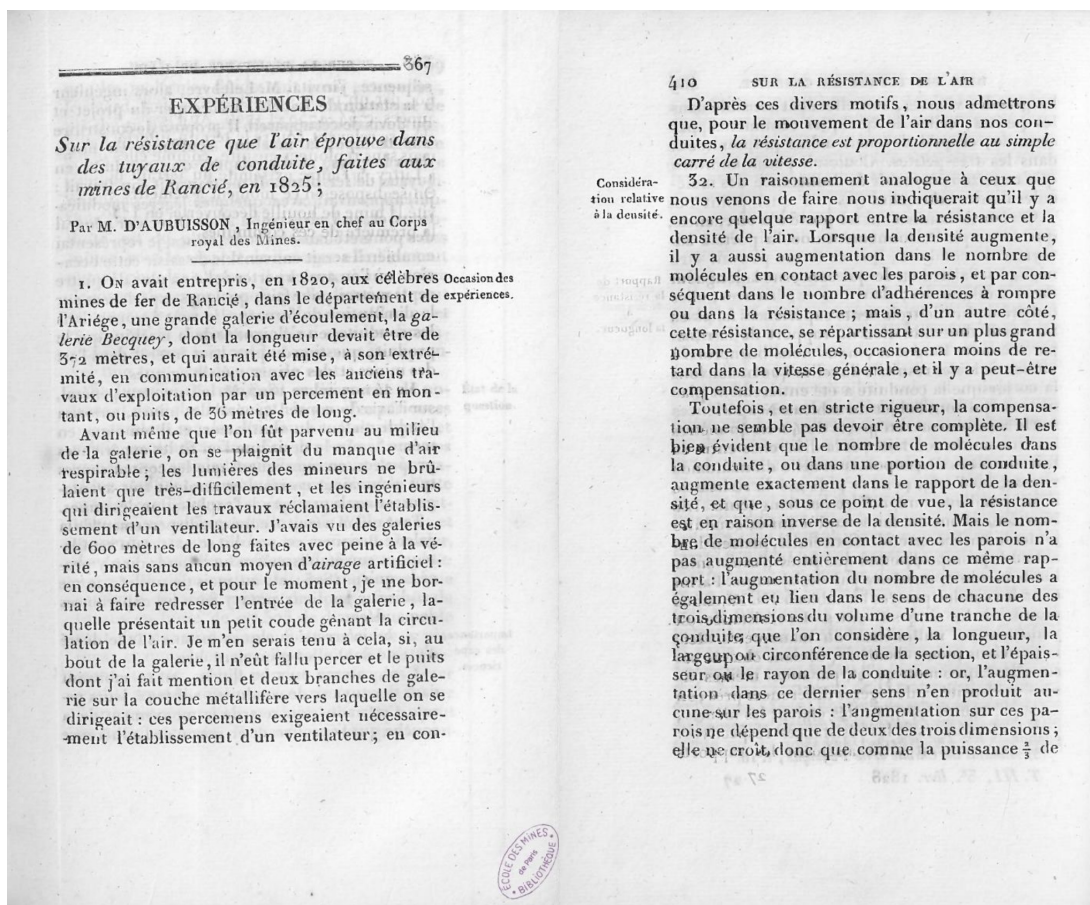


Рис. 1. Фрагменты работы д'Обюиссона по расчету сопротивлений трубопроводов, используемых для подачи воздуха в шахту

Вместе с этим, следует отметить, что в трудах инженеров-гидравликов рассматриваемая формула чаще записывалась несколько иначе. Классическая форма записи формулы Дарси-Вейсбаха имеет вид [7, 10]:

$$h = \lambda \frac{L \rho v^2}{d \cdot 2}, \quad (3)$$

где d – диаметр круглого трубопровода, λ – гидравлический коэффициент потерь на трение. Эта запись была не очень удобна для практического применения в рудничной вентиляции по причине того, что горные выработки могли иметь поперечное сечение, сильно отличающееся от окружности. Именно по этой причине

потребовалось учесть форму горной выработки, включив в формулу соотношение периметра и площади поперечного сечения выработки.

Коэффициенты k , α , λ описывают один физический процесс (потери напора на сопротивлениях трения при турбулентном течении потока в канале) и связаны между собой линейными соотношениями:

$$\alpha = \frac{\lambda \rho S}{2dP}, \quad k = \frac{\alpha}{\rho} = \frac{\lambda S}{2dP}. \quad (4)$$

Заключение

В научной среде широко известен принцип Арнольда: «Если какое-либо понятие имеет персональное имя, то это – не имя первооткрывателя». Однако формула Дарси – Вейсбаха, на наш взгляд, не подтверждает этот принцип. Хотя квадратичная зависимость давления от скорости потока была впервые установлена Шези (для открытых каналов) и Жираром (для трубопроводов), именно Вейсбах дал строгое теоретическое обоснование причин потерь давления, а Дарси подтвердил его выводы экспериментально.

Применительно к вентиляции шахт этот закон впервые был использован д'Обюиссоном в 1828 году. Он применил формулу Дарси-Вейсбаха (которая в то время еще не имела такого названия) для оценки подачи воздуха на подземные участки горных работ через металлические трубопроводы. Впоследствии Аткинсон адаптировал эту формулу к условиям реальных горных выработок,

отличающихся выраженной шероховатостью стенок, тем самым заложив основы математического описания закономерностей движения воздуха в шахтах.

В то же время можно предположить, что интуитивное использование квадратичной зависимости между потерями давления и средней скоростью воздушного потока имело место ещё раньше – в частности, в работах Баддла. Его новаторская идея разделения воздушных потоков в шахтных выработках объективно требовала понимания того, как потоки распределяются в зависимости от сопротивлений различных участков вентиляционной сети. Однако письменных свидетельств, подтверждающих такое использование закона на практике в тот период, нам обнаружить не удалось. Поэтому данный вывод остаётся гипотезой.

В России формула, описывающая квадратичную зависимость потери напора от средней скорости воздуха, была впервые введена А.А. Скочинским, который опубликовал свою пионерскую работу [3] после продолжительной командировки по европейским странам в 1900–1904 годах [22]. Формула (2) в исходном виде до сих пор используется аэрологами как в России, так и за рубежом. Единственным элементом, подвергающимся уточнению, остаётся коэффициент сопротивления трения α , который корректируется с течением времени с учётом появления новых видов крепей и особенностей сопротивления в условиях увеличивающихся размеров горных выработок [1, 2].

Библиографический список

1. *Зайцев А.В.* Научные основы расчета и управления тепловым режимом подземных рудников: дисс. ... д-ра техн. наук. 2019. – 247 с.
2. *Мальцев С.В.* Исследование и разработка способов определения аэродинамических параметров сложных вентиляционных систем подземных рудников: дисс. ... канд. техн. наук. 2020. – 148 с.
3. *Galloway R.L.* A history of coal mining in Great Britain. London, Macmillan and co. 1882. – 302 с.
4. *Скочинский А.А.* Рудничный воздух и основной закон движения его. Санкт-Петербург : тип. П.П. Сойкина. – 1904. – 203 с.
5. *Marshall G.* The Making of the Black Country: A Unique Industrial Landscape. 2024.

6. *Unwin I.D., Phil M.* The measurement of air flow in British coal mines: A historical review // B. SC., DIS. 2007. – 93 с.
7. *Brown G.O.* The history of the Darcy-Weisbach equation for pipe flow resistance // Environmental and water resources history. – 2002. – с. 34-43.
8. *Eckert M.* Pipe flow: a gateway to turbulence // Archive for History of Exact Sciences. – 2020. – Т. 75, № 3. – с. 249-282.
9. *Gregory C.* A concise history of mining. New York: Pergamon Press. – 1980. – 290 с.
10. *Ломоносов М.В.* Полное собрание сочинений. Т.5: Труды по минералогии, металлургии и горному делу, 1741–1763. М.; Л.: Изд-во АН СССР. – 1954. – с. 397-631.
11. *McPherson M.J.* Subsurface Ventilation Engineering: Theory and Practice. – Dordrecht: Springer Science+Business Media, 1993. – 905 с.
12. *Шламмер И.А.* Обстоятельное наставление рудному делу. СПб. – 1760. – 292 с.
13. *Atkinson J.* On the theory of the ventilation of mines. 1854. – 454 с.
14. *Atkinson J.* A practical treatise on the gases met with in coal mines and the general principles of ventilation. Newcastle-upon-Tyne, Andrew Reid. – 1886. – 84 с.
15. *Wabner R., Salter Ch.* Ventilation in mines. – London: Scott, Greenwood & Co.; New York: D. Van Nostrand Co; 1903. – 418 p.
16. *Chezy A.* Formule pour trouver la vitesse constante que doit avoir l'eau dans une rigole ou un canal dont la pente est donnée // Ann. Ponts Chaussées. 1776. – Т. 61. – с. 165-269.
17. *Лепихин А.П., Богомолов А.В.* К истории установления и современные представления об основной закономерности равномерного установившегося течения в водотоках (к 240-летию формулы А. Шези) // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2015. – №. 6. – с. 76-92.
18. *D'Aubuisson M.* Sur la résistance que l'air éprouve dans des tuyaux de conduite, faites aux mines de Rancié, en 1825 // Annales des Mines. – 1825. – с. 367-486.
19. *Girard M.* Mémoire sur l'écoulement uniforme de l'air atmosphérique et du gaz hydrogène carboné dans des tuyaux de conduit // Mémoires de l'Académie des sciences, 1826. – 1-26 с.
20. *Darcy H.* Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon. – Paris: Victor Dalmont, 1856. – 664 с.
21. *Weisbach J.* Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinen-Mechanik, Vol. 1. Theoretische Mechanik, Vieweg und Sohn, Braunschweig. – 1845. – 535 с.
22. *Ненина А.М.* Угль, пылающий огнем. Александр Александрович Скочинский. Библиографический очерк к 150-летию со дня рождения. – М.: Издательство «Горная книга», 2024. – 164 с.

HISTORY OF DISCOVERY AND APPLICATION OF THE QUADRATIC LAW OF RESISTANCE IN MINE AEROLOGY

Semin M.A., Fainburg G.Z.

Mining Institute UB RAS

For citation:

Semin M.A., Fainburg G.Z. History of discovery and application of the quadratic law of resistance in mine aerology // Perm Federal Research Center Journal. – 2025. – № 3. – P. 25–32. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.2>

The law of resistance (or the Darcy-Weisbach law) that establishes a quadratic dependence of pressure losses due to friction on the average air flow velocity is the basis of the mathematical apparatus of modern aerology of mining enterprises.

Despite the abundance of scientific works devoted to the history of mine ventilation and mining in general, the question of the discoverer and first application of this law in mine ventilation remains unclear. This article presents a brief historical review aimed at clarifying when and by whom the quadratic law of resistance was first introduced into the practice of mine ventilation.

Keywords: mine aerology, history of science, law of resistance, mine workings, Darcy-Weisbach law.

Сведения об авторах

Семин Михаил Александрович, доктор технических наук, заведующий лабораторией математического моделирования геотехнических процессов, ученый секретарь, Горный институт УрО РАН – филиал Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН («ГИ УрО РАН»), 614007, г. Пермь, ул. Сибирская, 78А; e-mail: seminma@inbox.ru

Файнбург Григорий Захарович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, «ГИ УрО РАН»; e-mail: faynburg@mail.ru

Материал поступил в редакцию 01.07.2025

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ АБРАЗИВНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЛИТЬЕВЫХ ЭЛАСТОМЕРОВ ПОЛИУРЕТАНОВОГО ТИПА С ИХ СТРУКТУРНЫМИ И ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ*

В.Ю. Сеничев, *Институт технической химии УрО РАН*

Э.В. Погорельцев, *Институт технической химии УрО РАН*

М.А. Макарова, *Институт технической химии УрО РАН*

А.В. Савчук, *Институт технической химии УрО РАН*

Для цитирования:

Сеничев В.Ю., Погорельцев Э.В., Макарова М.А., Савчук А.В. Исследование взаимосвязи абразивной износостойкости литевых эластомеров полиуретанового типа с их структурными и физико-механическими особенностями // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2025. – № 3. – С. 33–50. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.3>

Синтезировано несколько серий литевых полиуретановых и полиуретанмочевинных эластомеров, потенциально перспективных для эксплуатации в агрессивных абразивных средах. Исследованы взаимосвязи между степенью абразивного износа в условиях сухого трения и такими факторами, как химическое строение исследованных материалов, их фазовое состояние, влажность окружающей среды и содержание модификаторов трения. Произведена оценка возможности прогнозирования абразивного износа исследованных материалов с использованием их физико-механических характеристик, получаемых при растяжении. Выявлены особенности механизма изменения параметров пространственной сетки полиуретановых и полиуретанмочевинных эластомеров при абразивном износе. Установлено, что зависимость степени абразивного износа изученных эластомеров от содержания жестких сегментов в полимерной цепи имеет вид функции с экстремумом. Изучение влияния содержания модификаторов трения на абразивный износ указанных эластомеров позволило определить оптимальный уровень таких добавок в известных литевых композициях, используемых в промышленности.

Ключевые слова: полиуретан, полиуретанмочевина, эластомер, абразивный износ.

* Работа выполнена в рамках государственного задания (номер государственной регистрации темы 124022200003-8) с использованием оборудования ЦКП «Исследования материалов и вещества» ПФИЦ УрО РАН.

Современное развитие техники тесно связано с инновациями в области разработки новых полимерных композиционных материалов, которые находят применение во всех отраслях промышленности. В настоящее время остро стоит проблема защиты деталей и конструкций от абразивного износа. В индустрии строительных материалов, на обогатительных фабриках, в цветной и черной металлургии, а также на предприятиях горнодобывающего комплекса эксплуатируются пневмопроводы, дробилки, шаровые и стержневые мельницы, ситовые и спиральные классификаторы, циклоны, пескоструйные аппараты, флотационные вентиляторы и другое оборудование. Низкая износостойкость рабочих деталей в абразивных средах стимулирует разработку и создание эффективных методов повышения их абразивостойкости [1-2].

Уже более 40 лет полиуретановые эластомеры используются в качестве эффективных материалов, стойких к самым различным видам износа в условиях сухого и «мокрого» трения, гидро- и аэроабразивного воздействия [3-4]. Однако жизнь не стоит на месте, и в промышленности постоянно требуются новые материалы, позволяющие увеличить межремонтный пробег оборудования, работающего в агрессивных абразивных средах.

В целом прогнозирование износостойкости полимерных материалов, особенно полиуретановых эластомеров, затруднено в основном из-за большого разнообразия их свойств. Действительно, полиуретаны отличаются переменным химическим составом, использованием для синтеза различного сырья. Кроме этого, для повышения износостойкости различные добавки, агенты скольжения, внутренние и внешние смазки в виде смесей могут вводиться в полимерные материалы или наноситься на поверхности полимеров для уменьшения поверхност-

ного трения и увеличения сопротивления истиранию [5]. Также дальнейшее развитие абразивостойких полимерных материалов наталкивается на необходимость адекватного учета конкретных условий эксплуатации полимерных материалов. И, в первую очередь, необходимо отметить, что такая эксплуатация часто происходит в условиях высокой влажности или вообще в среде водных суспензий или растворов [6-7]. Особенно такая ситуация характерна для горно-обогатительной промышленности.

Исследования в области износа эластомеров, проводимые особенно широко для резин, позволили выяснить отдельные моменты взаимосвязи степени износа указанных материалов с твердостью материала, деформационно-прочностными характеристиками [8-10], но не позволили дать окончательный ответ как на вопрос оптимального строения полиуретанов с точки зрения обеспечения их минимального износа в агрессивных абразивных средах, так и на вопрос наилучшей компоновки состава промышленных композитов на основе данных полимеров.

Целью работы была разработка научных основ создания композиционных материалов на основе полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа с повышенной износостойкостью с учетом влияния параметров структурной организации всех уровней полимерного материала на его свойства.

Объекты исследования

В качестве объектов исследования выбраны полиуретановые и полиуретанмочевинные материалы литьевого типа, синтезированные по следующей методике.

На первой стадии синтеза получаем форполимеры, исходя из мольного соотношения диизоцианата к олигоэфиру, принятого для синтеза (обычно 2,06:1).

Для получения форполимера исходные компоненты должны иметь влажность не более 0,03 %. Такой уровень содержания влаги достигается в процессе сушки при 80 °С под вакуумом (давление остаточное не более 10 мм рт. ст.) при перемешивании 4-6 часов. Поэтому олигоэфиры сушили при 80 °С 6 ч, а затем проводили непосредственную реакцию олигоэфира с диизоцианатом (1 ч при комнатной температуре и 5 ч при 80 °С). У полученного форполимера анализировалось содержание изоцианатных групп, сравнивали с рассчитанным теоретическим значением.

На второй стадии проводилось отверждение форполимера смесями на основе исходного олигоэфира и удлинителя цепи (низкомолекулярный диол или диамин). Перемешивали при 60 °С под вакуумом 5 минут. Готовую композицию выливали в предварительно приготовленные металлические формы щелевого типа. Пластины форм перед заполнением очищались, покрывались антиадгезивом и собирались в сборки. Залитые формы отверждались в воздушном термостате при 90 °С 2 суток.

Характеристики исходных компонентов (с их химическими формулами) для синтеза изучаемых полиуретановых и полиуретанмочевинных материалов литьевого типа представлены в табл. 1. В качестве простых олигоэфиров использованы производные тетрагидрофурана с молекулярной массой 1000 и 2000. В качестве сложных олигоэфиров использованы производные гликолей (этиленгликоль, смесь этилен- и бутиленгликоля) и адипиновой кислоты с молекулярной массой 2000. В качестве изоцианатов использованы 2,4-толуилеңдиизоцианат (ТДИ), 4,4'-дифенилметандиизоцианат (МДИ), 1,5-нафтилендиизоцианат (НДИ), получившие наибольшее распространение при синтезе ТПУ. В качестве удлинителя

цепи выбраны 1,4-бутандиол (БД) и диамин 4,4'-метилеңбис (2-хлоранилин) (МОСА). Расчет содержания жестких сегментов (ЖС) выполнен в соответствии с работой [9].

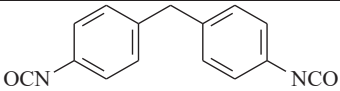
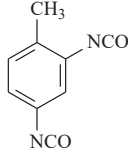
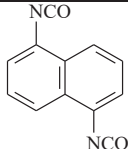
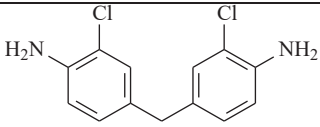
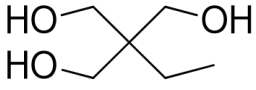
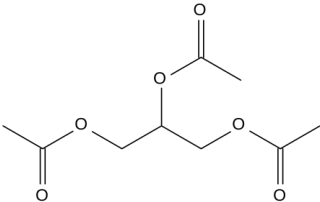
Методики исследования свойств полученных материалов

Деформационно-прочностные свойства композитов определяли в режиме одноосного растяжения образцов на испытательной машине INSTRON 3365 при комнатной температуре (25±1 °С) (тип 5, эквивалентная длина 50 мм) в соответствии с ГОСТ 270-75. Скорость деформации образцов при растяжении 0.28 с⁻¹ (скорость раздвижения зажимов испытательной машины 500 мм/мин). Образцы в форме двусторонних лопаток вырезали с помощью специального ножа из пластин толщиной ~ 2.0 мм. Статистическую обработку результатов испытаний образцов проводили по ГОСТ 270-75.

ИК-спектры отвержденных образцов регистрировали на ИК-Фурье спектрометре VERTEX-80v фирмы Bruker при разрешении 1 см⁻¹ при помощи приставки НПВО. Для удобства сравнения спектральные кривые нормировали по полосе при 1600 см⁻¹, характеристической для валентных колебаний C-C арильного кольца.

Износостойкость по наждачной бумаге исследовали на приборе GT-7012-D рис. 1. Испытания соответствовали ГОСТ 23509-79/ISO 4649-85. Для испытаний образцы цилиндрической формы диаметром 16 мм вырезали из прессованных пластин толщиной 3 мм и наклеивали на металлические цилиндры того же диаметра толщиной 6 мм. Образец истирался вдоль продольной оси вращающегося барабана, покрытого наждачной бумагой. Абразивный износ происходил на одной плоской поверхности цилиндрического тестового образца. Наждачную бумагу прикрепляли

Характеристики исходных компонентов, которые использовались для синтеза полиуретановых и полиуретамочевинных материалов литьевого типа

Наименование компонента	Молекулярная масса	Назначение	Структурная формула
олиготетраметиленоксиддиол (Полифурит-1000)	~1000	простой олигоэфир	$\text{HO} \left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} \right]_n \text{H}$
олигопропиленоксиддиол (Лапрол-1052)	~1000	простой олигоэфир	$\text{HO} \left[\text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{O} \right]_n \text{H}$
олигоэтиленгликольадипинат (П6)	~2000	сложный олигоэфир	$\text{HO} \left[\underset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \underset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - (\text{CH}_2)_2 - \text{O} \right]_n \text{H}$
олигоэтиленбутиленгликольадипинат (П-6БА)	~2000	сложный олигоэфир	Продукт конденсации (1:1) $\text{HO} \left[\underset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \underset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - (\text{CH}_2)_2 - \text{O} \right]_n \text{H}$ + $\text{HO} \left[\underset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - (\text{CH}_2)_4 - \underset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{O} - (\text{CH}_2)_4 - \text{O} \right]_n \text{H}$
4,4'-дифенилметандиизоцианат (МДИ)	250	диизоцианат	
2,4-толуилендиизоцианат (ТДИ)	174	диизоцианат	
1,5-нафтилендиизоцианат (НДИ)	210	диизоцианат	
1,4-бутандиол (БД)	90	удлинитель цепи	$\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
4,4'-метиленис(2-хлоранилин) (МОСА)	267	удлинитель цепи	
Триметилпропан (ТМП)	134	сшивающий агент	
1,2,3-триацетоксипропан (Триацетин)	218	пластификатор	

к поверхности вращающегося цилиндрического барабана, во время испытания образец вращался вокруг своей оси и смещался на свежую поверхность шкурки по вертикальной оси. После пройденного пути прибор автоматически выключался, и измеряли потерю массы образца. Нагрузка на образец составляла 10 Н. Путь, пройденный образцом по наждачной бумаге, составлял 40 метров. Потерю объема образца (сопротивление истиранию) (V) в кубических миллиметрах вычисляем по формуле:

$$V = \frac{1}{K_{S_m}} \cdot \frac{m}{\rho},$$

где K_{S_m} – коэффициент средней истирающей способности шлифовальной шкурки; m – потеря массы образца, мг; ρ – плотность образца, определенная по ГОСТ 267, мг/мм³.

Определение плотности пространственной сетки эластомеров проводилось согласно методу, приведенному в работах [11-12].

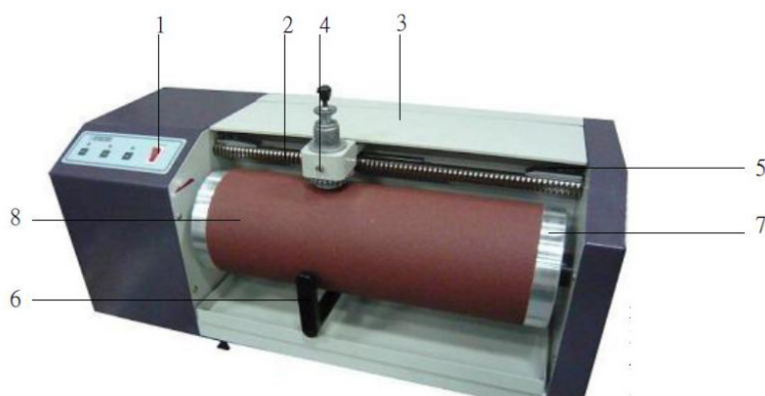


Рис. 1. Тестер устойчивости к истиранию GT-7012-D: 1 – панель управления; 2 – направляющая балка; 3 – крышка; 4 – держатель для образца; 5 – регулятор наклона; 6 – труба для удаления продуктов износа; 7 – барабан; 8 – наждачная бумага

Обсуждение результатов

Влияние содержания жестких сегментов (ЖС). Исследование влияние строения диизоцианата и удлинителей цепи на абразивную стойкость полиуретанов и полиуретанмочевин было проведено с использованием семи серий образцов сегментированных полиуретанов и полиуретанмочевин.

Как видно из рисунков 2, 3, объемный износ полиуретановых материалов, синтезированных на основе сложного олигоэфира и диизоцианатов (ТДИ, МДИ, НДИ) с содержанием жестких блоков от 0 до 20 %, характеризуется близкими значениями. При средних и низких содержаниях жестких сегментов для СПУМ на основе сложного олигоэфира наблюдается

меньшая степень износа, что, на наш взгляд, связано с большей величиной энергии когезии у сложных олигоэфиров по сравнению с простыми.

Для полиуретановых материалов, синтезированных на основе сложного олигоэфира и МДИ, с содержанием жестких блоков свыше 20 %, наблюдается резкое увеличение объемного износа, что можно связать с проявлением ухудшения равномерности распределения жестких доменов при относительно большом содержании жестких сегментов в процессе фазового разделения, о чем свидетельствует снижение деформативности материала и, далее, его прочности.

Была получена и охарактеризована корреляция объемного износа с твердо-

стью исследованных материалов. Как видно на рис. 4, при средних значениях твердости 50-85 ед. износостойкость лучше выражена для полиуретана на основе сложного олигоэфира и НДИ, а также для полиуретанмочевин на основе сложного олигоэфира. При твердости более 85 ед.

лучшей износостойкостью обладают полиуретанмочевины на основе простых олигоэфиров, тем более что твердость материала более 85 единиц в системе на основе сложного олигоэфира затруднительно получить в техническом плане (низкое время жизнеспособности).

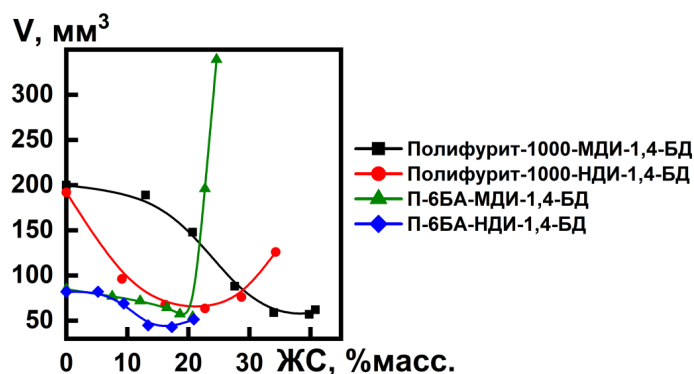


Рис. 2. Зависимость объемного износа от содержания жестких сегментов полиуретановых материалов

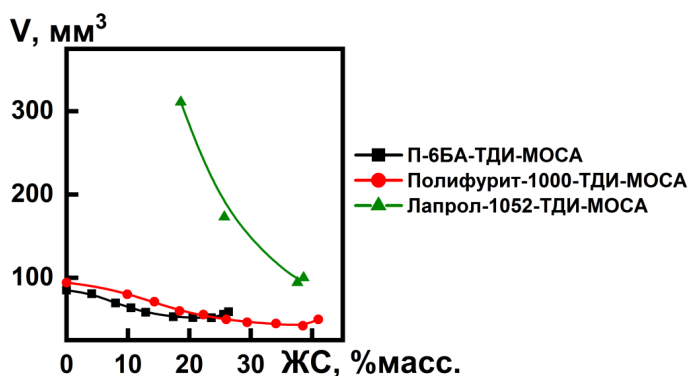


Рис. 3. Зависимость объемного износа от содержания жестких сегментов полиуретанмочевинных материалов

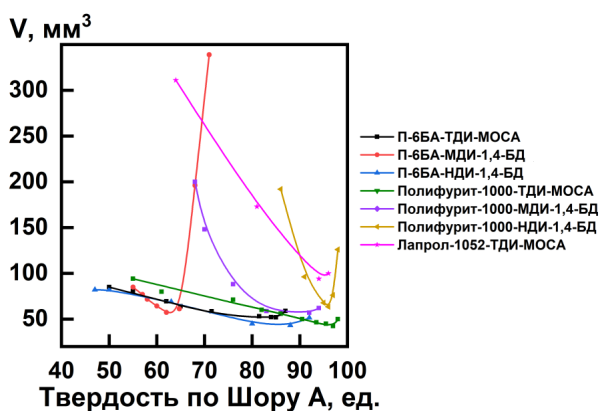


Рис. 4. Зависимость объемного износа полиуретановых и полиуретанмочевинных образцов от твердости по Шору А

Для более полярных полимеров на основе сложных олигоэфиров вклад межцепного или когезионного взаимодействия более ярко выражен на относительно мягких составах (твердость по Шору А менее 70 единиц), что обуславливает повышенные прочностные свойства и износостойкость. Для менее полярных полимеров на основе простых олигоэфиров больший вклад может внести фактор фазового разделения, когда достигается большее содержание жестких блоков, оказывающих усиливающее воздействие.

Несмотря на проявление того или иного механизма износа, абразивный износ представляет собой механохимический процесс разрушения полимера, сопровождающийся соответствующим

изменением структуры полимера. Представляло интерес оценить физические аспекты влияния абразивного износа на структурные параметры исследуемых эластомеров с учетом выбранных условий испытаний.

Была исследована серия сегментированных полиуретанмочевинных образцов ПФД с разным содержанием ЖС (масс.%): 11.0, 19.2 и 26.4. В качестве основы гибких сегментов использовали простой олигоэфир Полифурит-1000, в качестве диизоцианата использовали ТДИ, а в качестве удлинителя цепи – МОСА.

Прежде всего, необходимо отметить, что внешний вид большинства образцов после износа имел довольно схожий характер (см. рис. 5).

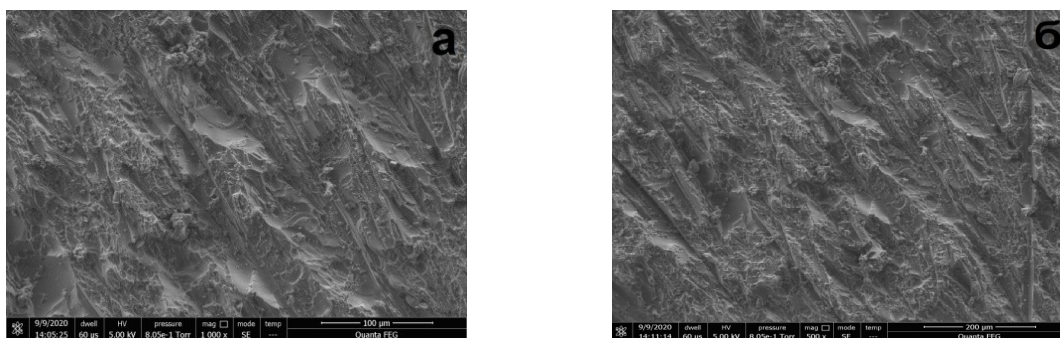


Рис. 5. Микрофотографии поверхности образцов полиуретановых эластомеров серии ПФД после абразивного износа с содержанием ЖС: а – 26.4 % масс., б – 19.2 % масс

Наличие характерных полос пропахания свидетельствовало о превалировании в абразивном износе исследованных материалов механизма резания, характерного, например, для особо твердых резин и пластиков. Более детально характер механохимического разрушения был изучен с помощью методов ИК-спектроскопии.

Так на ИК-спектре образца серии ПФД с содержанием ЖС 26.4 % масс. (рис. 6), выбранном в качестве базового, присутствует полоса поглощения при 1640 см^{-1} , относимая к колебаниям упорядоченных С=О групп мочевиновых фрагментов, связанных водородными связями.

По данной полосе судят о микрофазовом разделении в отвержденных эластомерах. Кроме того, в исследованных спектрах проявляется полоса при $1729\text{--}1731\text{ см}^{-1}$, которая относится к поглощению свободного карбонила, и полоса при 1714 см^{-1} , относящаяся к поглощению связанных С=О групп в составе разупорядоченных уретановых фрагментов, имеющих в гибкой фазе полимера.

После изнашивания образца интенсивность полос поглощения при 1640 см^{-1} резко уменьшается. Это говорит о разрушении надмолекулярных структур, содержащих упорядоченные связанные

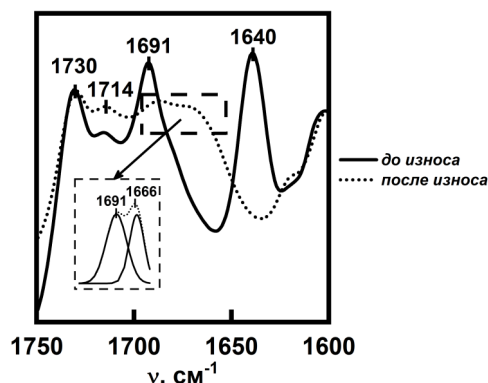


Рис. 6. Фрагмент ИК-спектров образца серии ПФД с содержанием ЖС 26.4 % масс. до и после изнашивания

C=O-группы в мочевиновых фрагментах. С другой стороны, в спектре появляется полоса поглощения при 1666 см^{-1} , что говорит о появлении разупорядоченных C=O-групп в указанных выше фрагментах. Оба этих факта свидетельствуют, что абразивный износ вызывает частичное разрушение жестких блоков.

Важным фактором изменения физической структуры материала после износа является повышение температуры стеклования материала после изнашивания. Как было установлено, после изнашивания температура стеклования образца с содержанием жестких сегментов 26.4 % масс. выросла с $-62\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Данное явление связано с улучшением сегментальной подвижности полимерных цепей эластичной матрицы, которое можно соотнести только с переходом в мягкую фазу жестких сегментов из разрушенных доменов. Таким образом, процесс механохимического разрушения поверхности полиуретанового образца сопровождается заметным снижением уровня фазового разделения за счет разрушения доменов жестких сегментов.

Указанное разрушение структуры полимерных материалов при абразивном износе неминуемо сказывается и на параметрах, характеризующих плотность пространственной сетки эластомеров.

Указанные выше образцы СПУМ с разным содержанием жестких сегментов подверглись набуханию в двух растворителях: толуоле и тетрагидрофуране. По полученным данным величин равновесного набухания (Q_v) были установлены величины общей плотности пространственной сетки в образцах N_{Σ} и составляющих последней: плотности химической сетки N_x и плотности физической сетки N_{ϕ} , обусловленной доменами жестких сегментов.

Как видно из таблиц 2 и 3, абразивный износ вызывает однозначное увеличение набухания в выбранных растворителях, что связано с деградацией обеих указанных составляющих плотности пространственной сетки. Результаты определения равновесного набухания в толуоле и тетрагидрофуране, а также параметров сетки СПУМ представлены в табл. 2 и 3.

Данные, приведенные на рисунке 7, показывают, что за время, соответствующее стандартному испытанию, плотность химической сетки N_x снижается в диапазоне от 4 до 18%, а плотность физической сетки N_{ϕ} от 2 до 8 %, причем стабильность последней величины повышается для образца с более высоким содержанием жестких сегментов.

Что касается стабильности плотности химической сетки, то она имеет статистический характер, что объясняется тем,

Таблица 2.

Результаты определения равновесного набухания образцов серии ПФД в толуоле и параметров сетки

Содержание ЖС, %масс.	ρ , г/см ³	Q_v , объемн.%	E , МПа	χ	$N_z \cdot 10^4$, моль/см ³
26,4	1,13	113	9,1	0,47	12,2
19,2	1,13	159	5,15	0,45	6,9
11,0	1,09	427	0,80	0,43	1,08

Таблица 3.

Результаты определения равновесного набухания образцов серии ПФД в тетрагидрофуране и параметров сетки

Содержание ЖС, %	ρ , г/см ³	Q_v , объемн.%	E , МПа	χ	$N_x \cdot 10^4$, моль/см ³	$N_f \cdot 10^4$, моль/см ³
26,4	1,13	677	0,86	0,31	1,16	11,04
19,2	1,13	649	0,72	0,36	0,97	5,93
11,0	1,09	972	0,18	0,44	0,24	0,84

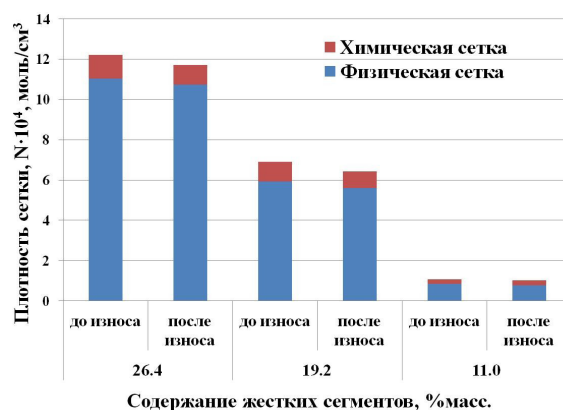


Рис. 7. Плотности пространственной сетки (и ее составляющих) исследованных образцов серии ПФД до и после абразивного износа

что эта сетка формируется при отверждении сегментированных полиуретанов и полиуретанмочевин по остаточному принципу и сильно зависит от условий проведения синтеза (качество осушки компонентов, точность определения NCO-групп и т.п.).

Но если уменьшение плотности химической сетки не влечет за собой изменения основных физических параметров полимера, то изменение плотности сетки, обусловленной доменами жестких сегментов, такие изменения, как указано выше, может вызывать. При разрушении доменов жестких сегментов эти сегменты неминуемо переходят в эластичную матрицу, что должно сказываться на ее сегментальной подвижности.

Отдельной частью работы было исследование зависимости величины объемного износа полиуретанов и полиуретанмочевин от физико-механических характеристик.

В качестве объектов исследования использовали сшитые полиуретаны и полиуретанмочевины на основе сложного олигоэфира П-6БА. В качестве компонентов использовали также ТДИ, МОСА (серия образцов SD), триметилпропан (ТМП) и триацетин в качестве пластификатора (серия образцов SP).

Для оценки адекватности описания зависимости величины абразивного износа от значимых физико-механических факторов был проанализирован ряд известных выражений, выведенных для резин.

Объемный износ резиноподобных материалов можно связать сразу с тремя физико-механическими характеристиками, как, например, это сделано в формуле Клитеника-Ратнера [13]:

$$I_v = k \frac{1}{H\sigma\varepsilon} \quad (1)$$

где: k – константа, σ – прочность на разрыв, ε – деформация, H – твердость.

С другой стороны, величина абразивного износа может быть связана с величиной прочности на раздир [14]:

$$I_v = k \frac{1}{\sigma_{tear}} \quad (2)$$

где: k – константа, σ_{tear} – прочность на раздир.

Согласно формулам (1), (2) были построены соответствующие графики, обработанные по методу наименьших квадратов.

Наиболее адекватное описание зависимости абразивного износа от исследованных факторов может быть дано формулой (2), связывающей величину износа с прочностью на раздир. Коэффициент корреляции для формулы (2) составлял 0,97–0,98 в зависимости от типа материала. В то же время для формулы (1) такой коэффициент находился на уровне 0,89–0,92, что совершенно недостаточно для проведения качественного прогноза (рис. 8).

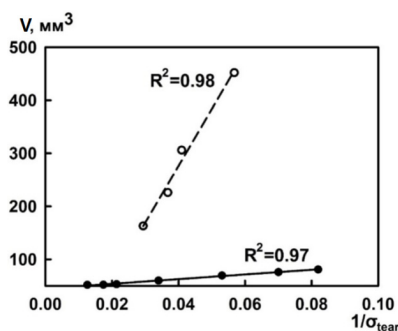


Рис. 8. Зависимость износа образцов эластомеров серий SD и SP от обратного значения прочности на раздир (● – SD, ○ – SP)

Для изучения влияния кристаллизации на износостойкость полиуретанов исследования выполнялись с использованием в качестве основы гибких сегментов сложного олигоэфира П-6 (серия образцов СПВ). В качестве диизоцианата использовали ТДИ, а в качестве удлинителя цепи – МОСА. В качестве образцов сравнения были использованы образцы, синтезированные на основе олигоэфира П6-БА (серия образцов ПШБ).

Как было установлено, увеличение содержания исходного олигоэфира в отверждающей смеси приводит к появлению, а затем к усилению эффекта кристаллизации, что отражается в появлении эндотерм на ДСК-термограммах

(рис. 9) и увеличении теплового эффекта плавления (см. значения ΔH_m).

На рисунках 10 и 11 приведены зависимости прочности, а также величины абразивного износа от твердости по Шору А исследованных серий образцов. Зависимость прочности образцов от твердости по Шору А (рис. 10) носит экстремальный характер. Образец с содержанием МОСА 1,0 мольных долей с максимальным содержанием жестких сегментов в полимерной цепи и не склоненный к частичной кристаллизации (отсутствие эндотермического эффекта, рис. 8) характеризуется максимальным значением прочности (точка б) при твердости 88 единиц по Шору А. На левой ветви кривой (точки 4, 5, 6, рис. 9) по мере движения от точки б до точки 4

ИССЛЕДОВАНИЯ: ТЕОРИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТ

в образцах исследуемой серии и соответствующего снижения твердости, вследствие остающихся стерических препятствий для упорядоченности упаковки макромолекул, образцы менее

склонны к кристаллизации, в результате чего величина прочности снижается по мере падения твердости, что соответствует уменьшению содержания жестких сегментов.

ДСК-термограммы серии образцов СКУ-7Л

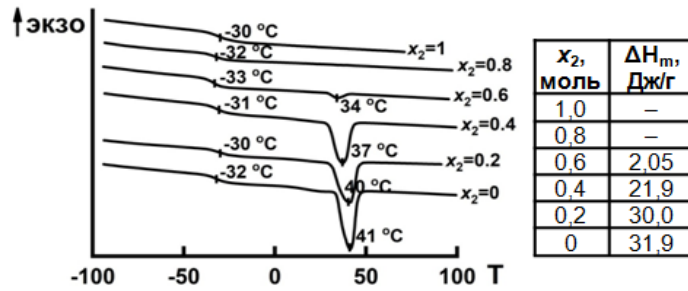


Рис. 9. ДСК-термограммы серии образцов СПВ



Рис. 10. Зависимость прочности образцов серии СПВ от твердости по Шору А. Над кривой – нумерация точек на рисунке, соответствует номерам образцов серии СПВ. Под точками указано соответствующее молярное содержание МОСА в отверждающей смеси



Рис. 11. Зависимость объемного износа образцов эластомеров от твердости по Шору А образцов серии СПВ (■) и образцов серии ПШБ (●). Рядом с точками указано соответствующее молярное содержание МОСА в отверждающей смеси

На правой ветви кривой (точки 1, 2, 3, рис. 10) влияние содержания жестких сегментов имеет ограниченный характер, т.к. при невысоких значениях этого параметра появляется возможность упорядоченности упаковки макромолекул, что приводит к кристаллизации образцов (обозначена на рисунке). В результате кристаллизации твердость материалов увеличивается, а прочностные характеристики ухудшаются. Зависимость абразивного износа исследованных полиуретанмочевин от твердости также имеет экстремальный характер. На рисунке 11 приведены экспериментальные данные, полученные для серий СПВ и ПШБ. Для образцов данной серии кристаллизация имела незначительный характер, и поэтому зависимость величины износа от твердости определялась только содержанием жестких сегментов. Экспериментальные точки для данной серии сформировали левую ветвь кривой на описываемом графике, при этом минимальный износ наблюдался для образца с максимальным мольным содержанием МОСА в отверждающей смеси (0,6). Для серии СПВ минимальный износ также был получен при использовании максимального количества МОСА в отверждающей смеси (1,0). При снижении содержания МОСА абразивный износ для серии образцов на основе П-6 резко возрастает и достигает наибольших значений для закристаллизованных образцов с высокой твердостью, формируя правую ветвь кривой.

Развитие износостойких полимерных материалов наталкивается на необходимость адекватного учета конкретных условий эксплуатации полимерных материалов. И, в первую очередь, необходимо отметить, что такая эксплуатация часто происходит в условиях высокой влажности или вообще в среде водных суспензий или растворов.

Были исследованы серия сегментированных полиуретановых на основе олигоэфира Полифурит-1000, МДИ и 1,4-бутандиола с переменным содержанием жестких сегментов и три серии сегментированных полиуретанмочевин на основе простых олигоэфиров Полифурита-1000 и Лапрола-1052, сложного олигоэфира П-6БА, диизоцианата ТДИ и удлинителя цепи МОСА с переменным содержанием жестких сегментов.

Как видно из рисунка 12, увлажнение образцов приводит к ухудшению износостойкости материалов. Наилучшую стабильность абразивной стойкости в условиях действия влажности продемонстрировали полиуретановые и полиуретанмочевинные материалы на основе простого олигоэфира Полифурит-1000. Для материалов такого рода абразивный износ может увеличиться во влажной среде примерно на 5-7%. Для полиуретановых материалов на основе сложного олигоэфира П-6БА увеличение абразивного износа при увлажнении может достигать 40%. Наименее стойким к действию влаги показал себя материал на основе олигопропиленоксидполиолов, для которого было зафиксировано увеличение абразивного износа во влажной среде до 120%. Такой эффект может быть связан с относительной неустойчивостью доменной структуры в таких полимерах из-за наличия в гибких цепях боковой метильной группы.

Также было показано, что процесс сорбции влаги уретансодержащими эластомерами является обратимым и десорбция воды приводит к восстановлению уровня износостойкости таких материалов до исходного значения.

Использование различных антиадгезионных добавок, агентов скольжения, внутренних и внешних смазок в виде смесей или на поверхности полимеров

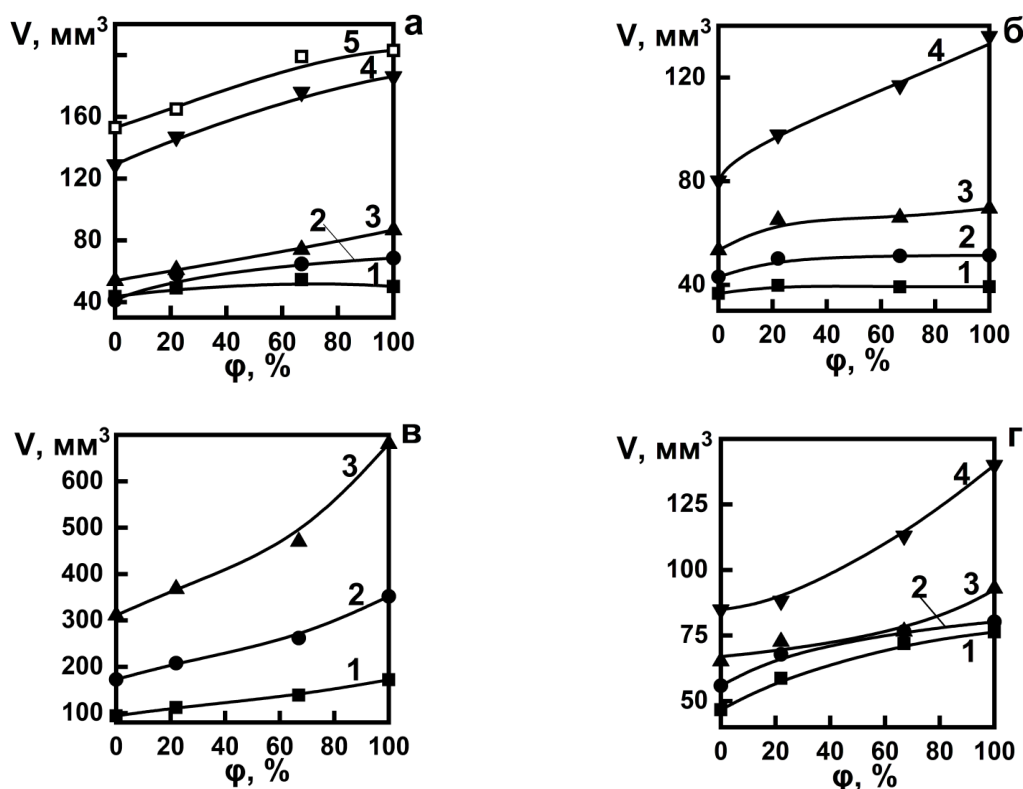


Рис. 12. Зависимость объемного износа полиуретановых (а) и полиуретанмочевинных (б, в, г) образцов на основе различных олигоэфиров с переменным содержанием жестких сегментов (ЖС) в полимерной цепи от относительной влажности воздуха:

- а) Полифурит-1000-МДИ-1,4-бутандиол, содержание ЖС в % масс., кривые: 1 – 39.2 %, 2 – 27.2 %, 3 – 20.3 %, 4 – 8.7%, 5 – 0 %;
- б) Полифурит-1000-ТДИ-МОСА, содержание ЖС в % масс., кривые: 1 – 38.6 %, 2 – 26.4 %, 3 – 19.2 %, 4 – 6.4 %;
- в) Лапрол-1052-ТДИ-МОСА, содержание ЖС в % масс., кривые: 1 – 37.6 %, 2 – 25.7 %, 3 – 18.6 %;
- г) П-6БА-ТДИ-МОСА, содержание ЖС в % масс., кривые: 1 – 24.2 %, 2 – 18.0 %, 3 – 15.8 %, 4 – 6.2 %

уменьшает поверхностное трение и увеличивает сопротивление истиранию. Учитывая наличие промышленной базы таких наполнителей, как стеараты щелочноземельных металлов и дисульфид молибдена, исследование влияния наполнителей на износостойкость полиуретанов решено было выполнить на их основе при использовании в качестве основного объекта полиуретанмочевинной композиции СКУ-ПФЛ-100 на основе Полифурита-1000, ТДИ и МОСА с содержанием жестких сегментов 35,8 % масс.

Дополнительно в качестве сопутствующей добавки, играющей роль структурного пластификатора, были использованы хлорпарафин ХП-470 и силиконовые жидкости (ПМС-200, ПМС-300, ПМС-350). В данной работе было исследовано влияние указанных наполнителей на структуру, физико-механические свойства и абразивную износостойкость полиуретановых материалов литьевого типа. Также представлены результаты разработки рецептуры добавок, которые будут вводиться в состав литьевых полиуретановых материалов для повышения их стойкости к истиранию.

На рисунке 13 представлены микрофотографии типичных модификаторов: стеарата кальция и дисульфида молибдена, ниже показаны снимки поверхности наполненных композиций в сравнении с исходным материалом (рис. 14).

Как видно из рис. 15, введение таких наполнителей практически не изменило характер картины износа поверхности,

только полосы пропахивания стали выглядеть более рельефно, что можно связать с более быстрой релаксацией участков поверхности материала после механического воздействия. В целом зоны поверхности изношенного материала рядом с полосами пропахивания имеют менее разрушенный характер.

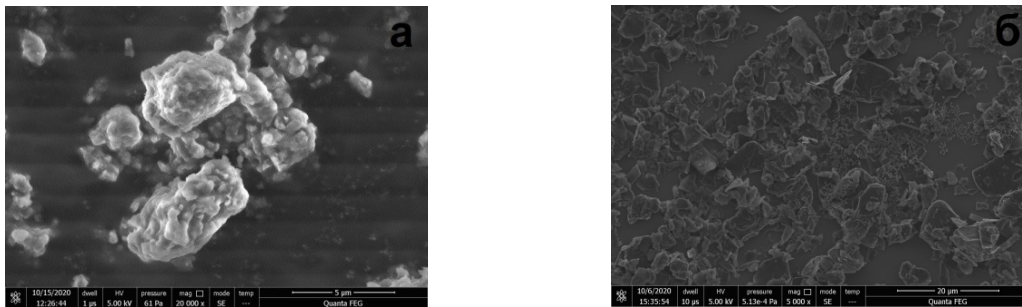


Рис. 13. Микрофотографии образцов наполнителей: а) стеарат кальция, б) дисульфид молибдена

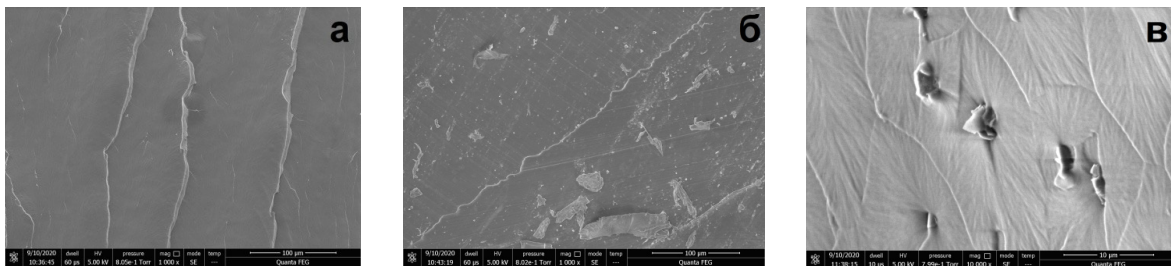


Рис. 14. Микрофотографии поверхности образцов SKU-PFL-100: а – образец без добавки, б – добавка 0,5% стеарата кальция, в – добавка 0,5% дисульфид молибдена

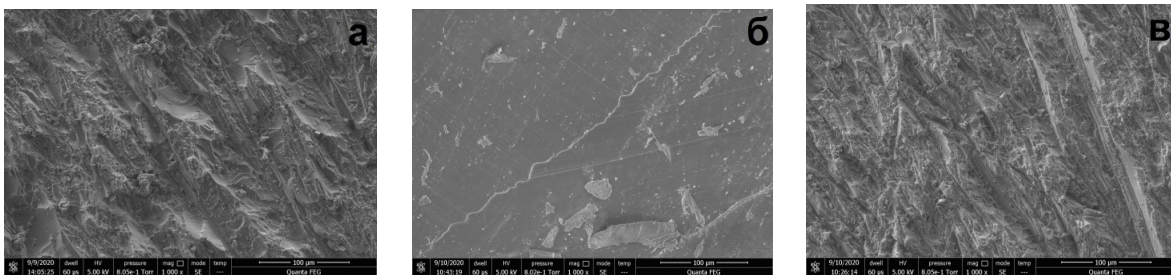


Рис. 15. Микрофотографии поверхности образцов SKU-PFL-100 после износа: а – образец без добавки, б – добавка 0,5% стеарата кальция, в – добавка 0,5% дисульфид молибдена

Как видно из рис. 16, ввод таких модификаторов разнонаправлено действует на факторы, напрямую влияющие на степень абразивного износа (коэффициент трения между полимерным материалом и абразивной поверхностью и прочность материала). Видно, что ввод даже несколько более 1% наполнителя приводит к падению прочности почти на 20-45 % и на 10-20 % к снижению уровня критических деформаций при растяжении. И это надо

иметь в виду при проектировании перспективных материалов.

Наличие такой картины явления предопределяет появление экстремальной зависимости объемной степени износа от количества введенного модификатора (рис. 17). Установлено, что оптимальное содержание модификаторов находится обычно в диапазоне менее 1% масс. (например, 0.5 % масс. стеарата кальция для исследованных уретансодержащих эластомеров).

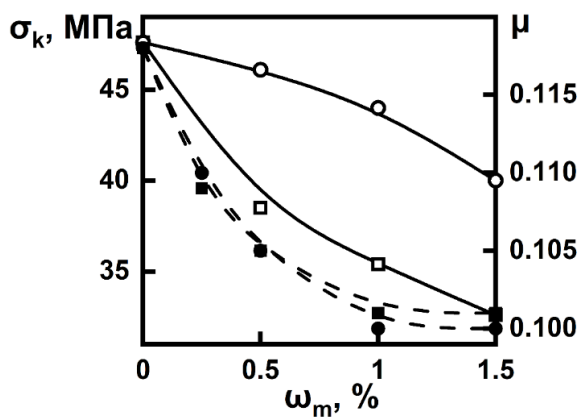


Рис. 16. Зависимость прочности (—) образцов СКУ-ПФЛ-100 и коэффициента трения (---) от содержания наполнителей: стеарата кальция (○, ●) и дисульфида молибдена (□, ■)

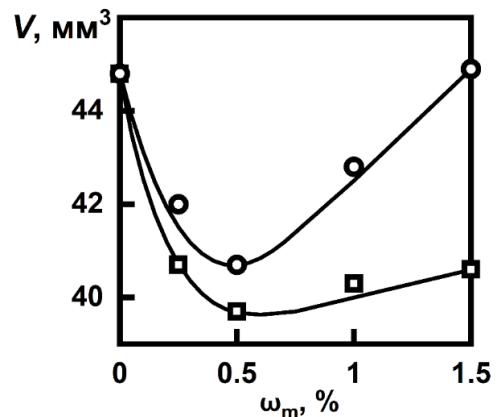


Рис. 17. Зависимость объемного износа образцов СКУ-ПФЛ-100 от содержания наполнителей: стеарата кальция (○) и дисульфида молибдена (□)

Для модификаторов на основе стеарата кальция и дисульфида молибдена удалось добиться снижения объемного износа на уровне 15-20 %. Еще более сильное снижение абразивного износа было достиг-

нуто на смесях стеаратов и силиконовых жидкостей (18-22 мм³ для смесей стеарата кальция и ПМС-200 и 16-19 мм³ для смесей стеарата кальция и ПМС-350) (рис. 18).

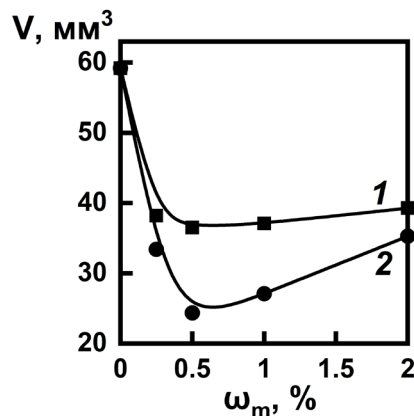


Рис. 18. Зависимость объемного износа образцов СКУ-ПФЛ-100 от содержания модификатора трения: 1 – паста на основе стеарата кальция и хлорпарафина; 2 – паста на основе стеарата кальция и ПМС-350

Разработан состав добавки – модификатор трения на основе стеарата кальция и хлорпарафина, который улучшает абразивную износостойкость полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа в 1,5-2 раза. (Патент РФ № 2779254, Патент РФ № 2802663).

Выводы

Основные научные и практические результаты работы заключаются в следующем:

1. Впервые установлена взаимосвязь между структурой, физико-механическими свойствами полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа с их абразивной износостойкостью. Установлено, что при применении литьевых композиций полиуретанмочевинного типа преимущественно по абразивной стойкости обладают материалы с двухфазной структурой; при этом минимальный уровень абразивного износа исследованных полимеров наблюдается при содержании жестких сегментов в цепи 20-25 % масс. для материалов на основе сложных олигоэфиров и 30-35 % масс. для материалов на основе простых олигоэфиров, что связано с разным вкладом в прочностные свойства когезионного взаимодействия.

2. Установлено, что при средних значениях твердости 50-85 ед. по Шору А износостойкость лучше выражена для полиуретана на основе сложных олигоэфиров и нафтилендиизоцианата, а также для полиуретанмочевин на основе сложных олигоэфиров. При твердости более 85 ед. по Шору А лучшей износостойкостью обладают полиуретанмочевины на основе простых олигоэфиров. Полученный факт объясняется тем, что для более полярных уретансодержащих эластомеров на основе сложных олигоэфиров наиболее важную роль в обеспечении прочностных свойств и абразивной стойкости играет вклад межцепного или коге-

зионного взаимодействия, а для менее полярных аналогов на основе простых олигоэфиров – фактор фазового разделения, когда достигается большее содержание жестких сегментов, оказывающих усиливающее действие.

3. Установлено, что изменение объемного износа полиуретанмочевинных материалов литьевого типа от содержания жестких сегментов носит экстремальный характер, при высоких содержаниях указанных сегментов (>35 % масс.) дальнейшее повышение такого содержания приводит к ухудшению абразивной стойкости.

4. Абразивный износ полиуретановых эластомеров сегментированного типа вызывает закономерное снижение плотности их пространственной сетки, причем снижается плотность как сетки химических связей, так и сетки физических связей, обусловленных доменами жестких сегментов. Этот процесс сопровождается соответствующими изменениями в физических свойствах исследуемых объектов, фиксируемыми самыми различными методами. Доказано, что плотность сетки физических связей, обусловленной доменами жестких сегментов, имеет большую стабильность для эластомеров с повышенным содержанием жестких сегментов.

5. Установлено, что абразивный износ изученных полиуретановых материалов с высокой степенью адекватности описывается как функция прочности на раздир, что может быть использовано при необходимости прогнозирования абразивного износа подобных материалов.

6. Установлено, что частичная кристаллизация полиуретановых материалов приводит к ухудшению их износостойкости. Обнаруженный эффект увеличения износа полиуретанов при кристаллизации объясняется резким

ухудшением как деформационных, так и прочностных свойств эластомеров под действием кристаллизации.

7. Впервые количественно установлено воздействие относительной влажности воздуха на абразивную стойкость полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа. Доказано, что механизм воздействия влаги на абразивные свойства соответствует временной пластификации эластомеров водой. Установлено, что наилучшую стабильность абразивной стойкости в условиях действия влаж-

ности продемонстрировали полиуретановые материалы на основе простого олигоэфира типа полифурит.

8. Установлены особенности абразивного износа полиуретанов в условиях введения в них наполнителей, играющих роль модификаторов трения. Разработаны смесевые модификаторы на основе стеаратов кальция и структурных пластификаторов, позволяющие улучшить абразивную износостойкость полиуретанов и полиуретанмочевин литьевого типа в 1,5-2 раза.

Библиографический список

1. *Nakami F., Pramanik A., Basak A.K., Ridgway N.* Elastomers' wear: comparison of theory with experiment // *Tribology International*. – 2019. – V. – 135. – P. 46-54. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2019.02.035>
2. *Мышкин Н.К., Петроковец М.И.* Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 368 с.
3. *Попов В.Л.* Механика контактного взаимодействия и физика трения. От нанотрибологии до динамики землетрясений. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 352 с.
4. *Бартенев Г.М.* Трение и износ полимеров / Г.М. Бартенев, В.В. Лаврентьев. – Л.: Химия, 1972. – 240 с.
5. *Заболотнов А.С., Бревнов П.Н., Акульшин В.В., Новокишова Л.А., Доронин Ф.А., Евдокимов А.Г., Назаров В.Г.* Износостойкость композиционных материалов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена с наполнителями разного типа // *Все материалы. Энциклопедический справочник*. – 2017. – № 12. – С. 13-19.
6. *Lancaster J.K.* A review of the influence of environmental humidity and water on friction, lubrication and wear // *Tribology International*. – 1990. – Vol. 23. – № 6. – P. 371-389. [https://doi.org/10.1016/0301-679X\(90\)90053-R](https://doi.org/10.1016/0301-679X(90)90053-R)
7. *Терешатов А.В., Федченко В.В., Терешатова Э.Н., Макарова М.А., Терешатов В.В.* Влияние химического строения гибких блоков на механические свойства полиэфируретанмочевин во влажной среде // *Журнал прикладной химии*. 2005. – Т. 78. – № 9. – С. 1547-1550.
8. *Xiao S., Laux K.A., Wang H., Hu F., Sue H.-J.* Physical correlation between abrasive wear performance and scratch resistance in model polyurethane elastomers // *Wear*. – 2019. – Vol. 418. – P. 281-289. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2018.10.009>
9. *Kwiatkowski K., Nachman M.* The abrasive wear resistance of the segmented linear polyurethane elastomers based on a variety of polyols as soft segments // *Polymers*. – 2017. – Vol. 9. – № 12. – P. 705(1-13). <https://doi.org/10.3390/polym9120705>
10. *Anisimov V.N., Semenets A.A., Letunovskii M.P., Strakhov V.V.* Effect of rigid blocks on the mechanical characteristics and abrasive resistance of polyurethanes // *Materials Science*. – 2002. – Vol. 38. – № 1. – P. 95-98. <https://doi.org/10.1023/A:1020180900590>
11. *Терешатов В.В., Сеничев В.Ю.* Влияние низкомолекулярных жидкостей на физическую сетку и вязкоупругие свойства сшитых аморфных полидиенуретанов // *Высокомолекулярные соединения. Серия А*. – 1995. – Т. 37. – № 11. – С. 1888-1895
12. *Терешатов В.В., Терешатова Э.Н., Волкова Е.Р.* Два типа физической сетки в сшитых сегментированных полиуретанах // *Высокомолекулярные соединения. Серия А*. – 1995. – Т. 37. – № 11. – С. 1881-1887
13. *Friedrich K., Sue H.J., Liu P., Almajid A.A.* Scratch resistance of high performance polymers // *Tribology International*. – 2011. – Vol. 44. – № 9. – P. 1032-1046. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2011.04.008>

14. Fukahori Y., Yamazaki H. Mechanism of rubber abrasion part 3: how is friction linked to fracture in rubber abrasion? // *Wear.* – 1995. – Vol. 188. – № 1-2. – P. 19-26. [https://doi.org/10.1016/0043-1648\(94\)06571-3](https://doi.org/10.1016/0043-1648(94)06571-3)

STUDY OF THE INTERRELATION BETWEEN ABRASIVE WEAR RESISTANCE OF CAST POLYURETHANE-TYPE ELASTOMERS AND THEIR STRUCTURAL AND PHYSICAL-MECHANICAL FEATURES

Senichev V.Yu., Pogoreltsev E.V., Makarova M.A., Savchuk A.V.

Institute of Technical Chemistry UB RAS

For citation:

Senichev V.Yu., Pogoreltsev E.V., Makarova M.A., Savchuk A.V. Study of the interrelation between abrasive wear resistance of cast polyurethane-type elastomers and their structural and physical-mechanical features // *Perm Federal Research Center Journal.* – 2025. – № 3. – P. 33–50. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2024.3.3>

Several series of cast polyurethane and polyurethane-urea elastomers, potentially promising for use in aggressive abrasive environments, have been synthesized. The relationships between the degree of abrasive wear under dry friction conditions and such factors as the chemical structure of the materials under study, their phase state, ambient humidity, and the content of friction modifiers have been studied. An assessment was made of the possibility of predicting the abrasive wear of the materials under study using their physical and mechanical characteristics obtained during stretching. The features of the mechanism of changing the parameters of the spatial network of polyurethane and polyurethane-urea elastomers during abrasive wear were revealed. It was established that the dependence of the degree of abrasive wear of the studied elastomers on the content of hard segments in the polymer chain had the form of a function with an extremum. Studying the effect of the content of friction modifiers on the abrasive wear of the specified elastomers made it possible to determine the optimal level of such additives in known casting compositions used in industry.

Keywords: polyurethane, polyurethane urea, elastomer, abrasive wear.

Сведения об авторах

Сеничев Валерий Юльевич, доктор технических наук, заведующий лабораторией полимерных материалов, Институт технической химии УрО РАН – филиал Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН («ИТХ УрО РАН»), 614068, Россия, г. Пермь, ул. Академика Королева, д. 3; e-mail: senichev85@yandex.ru

Погорельцев Эдуард Владимирович, кандидат технических наук, научный сотрудник, «ИТХ УрО РАН»; e-mail: e.v.pogoreltsev@yandex.ru

Макарова Марина Александровна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, «ИТХ УрО РАН»; e-mail: makmara65@mail.ru

Савчук Анна Викторовна, кандидат технических наук, научный сотрудник, «ИТХ УрО РАН»; e-mail: ataraksa@mail.ru

Материал поступил в редакцию 10.07.2025

В МИРЕ ЯЗЫКА



КОРПУСНОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАТЕГОРИЙ ЛИНГВОАКСИОЛОГИИ В ЯЗЫКОВОМ СОЗНАНИИ РУССКИХ И КИТАЙЦЕВ (НА МАТЕРИАЛЕ КОРПУСОВ СОВРЕМЕННОГО КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА)

Ли Юнно, *Пермский государственный национальный исследовательский университет*

Для цитирования:

Ли Юнно. Корпусное и экспериментальное исследование категорий лингвоаксиологии в языковом сознании русских и китайцев (на материале корпусов современного китайского языка) // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2025. – № 3. – С. 52–69. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.4>

Ценности как фундамент жизни человечества влияют на наши мысли и тем самым незримо задают направление жизни. Разные культуры своеобразно отражают ценности. ДОБРО и ЗЛО являются основными понятиями в сфере аксиологии, основными средствами национальных эмоциональных оценочных суждений и важными полярными категориями, которые репрезентируют антиномии ценности и антиценности. Целью статьи является выявление и анализ семантических компонентов ценностного аспекта значений лексем ДОБРО / 善 и ЗЛО / 恶, а также моделирование семантических структур этих лексем. Материалом для настоящего исследования послужили фрагменты из «Словаря русской ментальности» и двух национальных корпусов китайского языка. В статье выявляются ценностные особенности значений лексем ДОБРО / 善 и ЗЛО / 恶 в русском и китайском социуме как эстетических и этических категорий. Антитеза ДОБРО — ЗЛО в русском социуме объясняется с точки зрения философской категории единства противоположностей; в китайском социуме – с точки зрения теории «языка морали».

Ключевые слова: *ценность, язык морали, семантика, лексема ДОБРО/善, лексема ЗЛО/恶, семантическая структура значения лексемы.*

Характеристика категории ценности в лингвистике

Аксиологическая лингвистика (лингвоаксиология) как самостоятельное лингвистическое направление изучает ценностные компоненты в языке. Изучение языка с аксиологической точки зрения

представлено в работах российских лингвистов, среди которых выделяются исследования Ю.Д. Апресяна [2006], Н.Д. Арутюновой [1999], В.И. Карасика [2002; 2013; 2019; 2019а; 2022;], Е.Ф. Серебренниковой [2011]. Как отмечает В.И. Карасик, предметом

аксиологической лингвистики является «изучение языкового воплощения ценностей», которые «определяют выбор и закрепление смыслов в содержании языковых единиц и коммуникативных моделей поведения» [8, 4]. Объектом аксиологической лингвистики являются понятия, «в своей взаимообусловленности образующие данную исследовательскую парадигму: оценивание, оценка, ценность, ценностная ориентация, ценностный смысл» [3, 38].

По мнению других исследователей, характеризующих ценности (см., напр., Еременко 2012), «объективный параметр аксиосферы отражает определенную конвенциональность системы ценностей, выработанной предыдущим опытом коллектива и народа в целом, а субъективный параметр исходит из того факта, что всякое аксиологическое отношение в реальности устанавливается конкретным субъектом в конкретных условиях жизни; при этом субъект оценивает предмет или явление, соотнося его не с неким универсальным абсолютным воплощением моральных, социальных или эстетических ценностей, а прежде всего, со своим собственным, более или менее совпадающим с общим пониманием ценностей» [5, 15].

Теория «языка морали» в китайской лингвистике

Под влиянием лингвистического поворота в философии XX века многие ученые стали анализировать роль языка с точки зрения этики. В ходе этого процесса знаменитый британский философ Р.М. Хейр (R.M. Hare) написал книгу «Язык морали», которая считается классической работой на пересечении лингвистики и этики. R.M. Hare полагает, что язык морали – это прескриптивный язык [15].

Многие китайские ученые также изучали язык морали. Так, Хуан Фуфэн в работе «О месте и роли языка морали

в моральном мышлении» говорит, что язык морали является основным инструментом морального мышления: он обеспечивает мотивацию и норму морального мышления для субъекта, обобщает и абстрагирует объекты, позволяет формировать моральные понятия, делает возможными суждения и рассуждения. Отдельным лицам язык морали может помочь хранить моральную информацию и формировать определенную ментальную структуру. Язык морали также играет важную роль в изменении моральных установок и прояснении ценностей для других [14].

Сян Юйцяо считает, что язык морали в китайском языке представляет собой «нормативную языковую систему, сложившуюся в китайском обществе, в основном используемую китайской нацией и выражающую в качестве своего основного содержания моральноценностную привлекательность китайской нации» [13, 26]. По его мнению, есть три пути развития языка морали в китайском языке: народный, официальный и академический. Народ является широчайшим полем для возникновения и развития языка морали в китайской интерпретации, способствует его постоянному развитию. Основная обязанность правительства состоит в том, чтобы направлять развитие языка морали в китайской интерпретации и обеспечивать разумные административные нормы для его развития. Китайские ученые проводят академические исследования, выдвигают концепции, идеи, то есть вносят важный вклад в развитие языка морали.

В статье «Составные элементы языка морали и его этическая идеографическая функция в китайском языке» Сян Юйцяо выделяет в языке морали шесть аспектов: этическая идеографическая функция китайского языка, этическая идеографическая функция китайских иероглифов,

этическая идеографическая функция китайской лексики, этическая идеографическая функция грамматики китайского языка и этическая идеографическая функция риторики – этический идеографический способ китайского языка морали и его характеристики, которые помогут углубить понимание языка морали в китайском языке. В статье он отмечает, что когда китайцы выражают моральные смыслы на китайском языке, то произношение передает определенные этические значения. Например, древние китайцы считали, что добродетель (德 dé) и получение (得 dé) имеют одинаковое произношение и значение. В «Ли цзи сыновней почтительности» есть такое предложение: «德者, 得也», что означает «добродетель – это получение». Они верят, что добродетель – это то, что должно быть у каждого, точно так же, как гуманность, справедливость, ритуал, мудрость, доброе намерение, которые должны быть у всех. Другой пример: Конфуций считает, что действительно хорошая музыка должна быть совершенной (尽善尽美), поэтому прослушивание музыки может заставить людей чувствовать себя наверху совершенства (善) и блаженства (美). Древние китайцы стремились использовать понятие «добродетель» для того, чтобы указывать людям цели, имеющие ценность.

Китайские иероглифы – это идеограммы и пиктограммы, форма и значение китайских иероглифов тесно связаны. Форма китайских иероглифов включает в себе богатые и глубокие этические смыслы. Сян Юйцяо взял в качестве примера слово «ритуал» – 礼. Оно изначально относилось к важным действиям или поведению людей, приносящих жертвы богам и молящихся о благословении. Это основная причина, по которой слово высоко ценится в китайском обществе. Китайская нация с древнейших

времен до наших дней продолжает уделять внимание «правилам этикета», «приличий» и стремится быть «страной церемоний».

Сян Юйцяо делает вывод: «Язык морали выражает призыв не только к особой моральной ценности человека, но и к универсальной моральной ценности человечества. Язык морали в китайском языке часто выражает надежду и стремление китайской нации к универсальной моральной ценности. Например, когда Конфуций использовал «совершенство – 尽善» и «идеальность – 尽美» как критерии оценки музыки, он фактически рассматривал «превосходный» и «прекрасный» как общий стандарт или принцип для создания и оценки «хорошей музыки». Когда китайская нация рассматривает утверждение «Чтобы сделать дело, надо сначала быть человеком» (要做事, 先做人) как моральную истину, это означает, что рассматривается такая истина, как универсальный этический принцип или моральная истина, которая верна для всего мира» [13, 35].

Таким образом, в китайском языке существует связь не только между произношением и значением иероглифов, но и между синтаксической конструкцией и понятием морали. Исторические и культурные ассоциации вносят дополнительный слой в семантическое значение китайских иероглифов, что делает китайский язык уникальным и богатым, позволяющим передавать концепции и идеи через логографическую систему письменности.

Поскольку китайские иероглифы и выражения имеют культурные и эмоциональные коннотации, отражающие ценности для общества, категория ценности и лексическая семантика находятся в тесной взаимосвязи. Язык служит средством передачи и закрепления ценностей. Это позволяет считать важным изучением лексической семантики для понимания культурных и социальных основ социума.

Характеристика материала исследования

Материалом для проведения данного исследования послужили контексты «Словаря русской ментальности» и двух Национальных корпусов китайского языка, в которых выбраны лексемы ДОБРО / 善 и ЗЛО / 恶.

«Словарь русской ментальности»

«Словарь русской ментальности» опубликован в 2014 году. Авторами являются В.В. Колесов, Д.В. Колесова и А. А. Харитонов. Словарь разделен на два тома: А – О и П – Я.

За годы составления словаря «изменились иллюстративные материалы (подключались актуальные цитаты из газет и журналов, появлялись взаимно противоречащие характеристики разных авторов и т. д.), расширялся словник (до 3000 статей) <...> Возникла мысль включить в текст словарной статьи дополнительную информацию о происхождении слов, об их движении в историческом контексте, об актуальном значении слова сегодня и т. д.» [10, 3].

В аннотации к словарю читаем: «В “Словаре русской ментальности” на основе высказываний авторитетных русских писателей, философов и общественных деятелей воссозданы национальные особенности русской материальной, духовной и культурной среды на фоне европейских культурных ценностей, с которыми они пересекаются. Ментальные отличия и сходства культур даны через аналитическое описание русских концептов в их содержательных формах (образ – понятие – символ), отражающих происхождение и развитие народного мировосприятия, этики и культуры; определены культурные влияния и их последствия (как благотворные, так и нежелательные)» [10, 2].

Словарная статья состоит из трех частей: определение данного слова; народные речения (поговорки, пословицы, афоризмы, устойчивые сочетания и т. д.),

извлеченные из старых сборников, начиная с XVII века и сборника В.И. Даля «Пословицы русского народа»; оригинальные тексты классиков.

На основе высказываний авторитетных русских писателей, философов и общественных деятелей в словаре представлены характеристики русского слова, которые являются результатом обобщенного размышления об этимологии литературного русского языка.

Новизна этого словаря состоит в том, что впервые концепты русского слова были определены путем исследования, систематизации и анализа образцов русской лингвистической мысли. В то же время беспрецедентная широта и репрезентативность охватываемых источников способствуют точности и объективности окончательного определения. Следовательно, словарь устанавливает не только типологические особенности русского сознания, характера и поведения в языковой форме русской культурной традиции, но и специфические национально-исторические особенности русского сознания, характера и поведения.

Национальные корпусы китайского языка

Создание первого лингвистического корпуса в Китае началось в конце 1970-х годов. Корпус разделен на общий корпус и корпус специального назначения. Корпус специального назначения состоит, в свою очередь, из межъязыкового, древнекитайского и речевого. В ходе данного исследования были выбраны два корпуса общего назначения, которые в настоящее время являются наиболее широко используемыми и авторитетными: «Сбалансированный корпус современного китайского языка Государственного комитета по работе в области языка и письменности» (国家语委现代汉语通用平衡语料库) и «Языковой корпус Центра китайского языкознания при Пекинском университете» (北大语言中心CCL语料库).

«Сбалансированный корпус современного китайского языка Государственного комитета по работе в области языка и письменности» представляет собой универсальный образец корпуса современного письменного китайского языка, созданный при поддержке Комитета по применению национального языка Китайской Народной Республики. Его создание началось в 1993 году и было завершено в конце 1998 года. Сбалансированный корпус современного китайского языка содержит около 100 миллионов знаков.

Цель построения корпуса – объективно отразить полную картину существования современного китайского языка. Структурный дизайн корпуса соответствует принципам универсальности, описательности, практичности и случайности с целью обеспечения его баланса и репрезентативности.

Материалы по современному китайскому языку, включенные в языковую базу данных, состоят из трех основных категорий (социальные науки, естественные науки и комплексные науки) и примерно 40 подкатегорий. Источниками корпуса являются учебники, газеты, комплексные публикации, профессиональные журналы, книги и т.д. Пропорции различных типов корпуса следующие: языковой материал социальных, в том числе гуманитарных, наук составляет 59,6% от общего объема корпуса; языковой материал естественно-научных дисциплин – 17,24% от общего объема корпуса; комплексный языковой материал – 9,36% от общего объема корпуса. Кроме того, общий объем корпуса на основе учебников содержит 20 миллионов знаков, которые включены в различные типы корпусов по дисциплинам. Газетный языковой материал составляет 13,79% от общего объема корпуса.

«Языковой корпус Центра китайского языкознания при Пекинском университете» (北大CCL) – это крупномасштаб-

ный корпус китайского языка, разработанный Центром китайской лингвистики Пекинского университета (далее – CCL). Языковой корпус CCL основан в январе 2000 года. Первая версия корпуса CCL выпущена в конце 2004 года. С тех пор корпус расширился, произошло обновление функций поисковой системы в 2006, 2009 и 2014 годах; с 2014 года и по настоящее время корпус постоянно совершенствуется.

Корпус CCL включает корпус современного китайского языка, корпус древнего китайского языка и параллельный корпус, выравненный по китайско-английским предложениям. Корпус современного китайского языка насчитывает около 600 миллионов иероглифов, включает тексты различных жанров и типов речи. Это, например, языковой материал из интернета, разговорная речь различного уровня, тексты из литературных произведений китайского языка, деловая речь, тексты переводной литературы, а также периодические издания (газеты, журналы и т.д.). В современной части корпуса синтаксическая разметка и частеречная разметка отсутствуют.

Из «Сбалансированного корпуса современного китайского языка Государственного комитета по работе в области языка и письменности» и «Языкового корпуса Центра китайского языкознания при Пекинском университете» выбраны тексты, включающие только лексемы 善 («добро») и 恶 («зло»).

Поскольку не во всех корпусах присутствует частеречная разметка, следует рассмотреть вопрос о проблеме частей речи в китайском языке. При отборе материала в двух Национальных корпусах китайского языка, где нет различия частей речи, проанализированы предложения, в которых лексемы 善 («добро») и 恶 («зло») относятся к существительным на основе функционально-синтаксического критерия. Так как «китайская

морфология практически полностью определяется синтаксисом и по праву может называться позиционной, а подходы к выделению или классификации частей речи в китайском и русском языках совершенно очевидно не могут совпадать» [4, 206].

Из «Словаря русской ментальности» выделено 73 контекста, в которых есть лексемы ДОБРО и ЗЛО: 23 контекста содержат только лексему ДОБРО, 24 контекста – лексему ЗЛО, в 26 контекстах фиксируются обе лексемы, противопоставленные в одном предложении. Из двух Национальных корпусов китайского языка определены 65 контекстов, включающих лексему 善 «(добро)» – 22 контекста, лексему 恶 «(зло)» – 13 контекстов, и лексемы 善 – 恶 «(добро – зло)», где обе лексемы противопоставлены в одном предложении – 30 контекстов. Всего в работе рассмотрено 138 контекстов из «Словаря русской ментальности» и двух Национальных корпусов китайского языка.

Методы сбора и обработки материала исследования

Основными методами исследования являются компонентный анализ, метод конструирования семантических структур. В ходе эксперимента было необходимо выявить ценностные семантические компоненты, отражённые в содержании текстов, приведённых в Словаре русской ментальности и двух Национальных корпусах китайского языка и включающих лексемы ДОБРО/善 и ЗЛО/恶.

При обработке значений этих лексем использовался метод компонентного анализа. Компонентный анализ можно определить как метод исследования содержательной стороны значимых единиц языка, разрабатываемый в рамках структурной семантики и имеющий целью разложение значения на минимальные семанти-

ческие составляющие [11, 8]. «Значение... слов состоит из элементарных смысловых единиц – семантических компонентов, сем, соответствующих выделенным при сопоставлении признакам. Предположение о том, что значение каждой единицы языка (в том числе слова) состоит из набора семантических компонентов – одна из основных гипотез, на которых базируется метод компонентного анализа» [9, 110]. Сущность метода состоит в том, что лексические значения слов можно охарактеризовать определенным набором минимальных семантических признаков – сем. В нашем случае используется термин «семантический компонент», представляющий по сравнению с семой более крупную семантическую единицу.

В настоящем исследовании большое внимание уделяется анализу семантической структуры лексемы. На основе психологически реального значения слова определяется семантическая структура лексемы, чтобы 1) охарактеризовать специфику психологически реального значения информантов в сравнении со словарным значением лексемы; 2) выявить особенности национальной специфики значений, закреплённых за лексемами.

Анализ частоты встречаемости семантических компонентов позволил определить три зоны в семантической структуре каждой лексемы.

Первая зона (ядро) включает наиболее частотные семантические компоненты, обозначающие постоянные, обязательные и неустранимые признаки предмета.

Вторая зона (предъядерная) – зона важных, актуальных для информантов смыслов с достаточно высокой частотой встречаемости семантических компонентов.

Третья зона (периферия) – зона индивидуальных реакций, в которых выделяе-

мые семантические компоненты каким-либо образом уточняют актуальные смыслы слова. Периферия может быть представлена в разных экспериментах двумя зонами – ближней и дальней, которые выявляются с помощью метода перепада от более высокой частоты к менее высокой.

Таким образом, в семантической структуре каждой лексемы выделенные семантические компоненты имеют различную степень значимости и выстраиваются в зависимости от частоты встречаемости в текстах.

Распределение семантических компонентов по зонам позволяет выявить актуальные семантические компоненты в понимании слов. Полученные материалы представлены в виде графиков (см. рисунки далее), на которых даны семантические компоненты лексем в процентном соотношении. Границы зон проводились по методу «каменистой осыпи», где линия слома показывает границу между точками процентных показателей зон.

Обсуждение результатов

Содержание и структура лексем ДОБРО и ЗЛО в русском социуме

В 23 контекстах словаря определено девять семантических компонентов лексемы ДОБРО: 1) эмпирическое, нравственное чувство; польза; духовная жизнь; нравственный идеал – 10 контекстов; 2) реальность; верный путь в жизни – пять; 3) понимается по-разному индивидом – четыре; 4) способ действительного достижения блага – три; 5) сила добра, результат усилий – два; 6) смысл жизни; благо, которое способствует общему благу, – два; 7) истина – два; 8) не может быть глупым – один; 9) высшее измерение добра – Бог и вечность – один.

Полученные семантические компоненты представлены в таблице 1, состоящей из двух колонок: в первой показаны девять семантических компонентов, расположенных по иерархии количественных показателей, указанных, в свою очередь, во второй колонке в абсолютных цифрах и процентах.

Таблица 1.

Семантические компоненты лексемы ДОБРО

Семантический компонент	Частота семантического компонента	
	Абс.	%
Эмпирическое, нравственное чувство; польза; духовная жизнь; нравственный идеал	10	33,3
Реальность; верный путь в жизни	5	16,7
Понимается по-разному индивидом	4	13,3
Способ действительного достижения блага	3	10,0
Сила добра; результат усилий	2	6,7
Смысл жизни; благо, которое способствует общему благу	2	6,7
Истина	2	6,7
Не может быть глупым	1	3,3
Высшее измерение добра — Бог и вечность	1	3,3
Итого	30	100

Данные семантические компоненты можно представить графически. В результате получим семантическую структуру лексемы ДОБРО, репрезентированную в

языковом сознании русских писателей, философов и общественных деятелей. Семантическая структура лексемы состоит из ядра, предъядерной зоны и периферии.

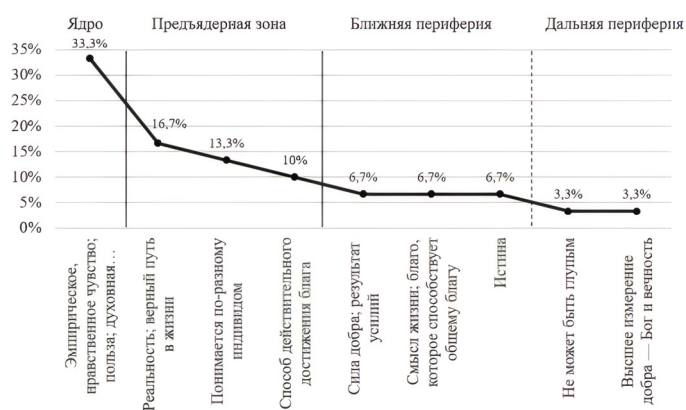


Рис. 1. Семантическая структура лексемы ДОБРО в контекстах «Словаря русской ментальности»

Ядро состоит из одного семантического компонента: эмпирическое, нравственное чувство; польза; духовная жизнь; нравственный идеал (33,3%).

Предъядерная зона включает три семантических компонента: реальность; верный путь в жизни (16,7%), понимается по-разному индивидом (13,3%), способ действительного достижения блага (10%).

Периферийная зона состоит из пяти семантических компонентов, которые репрезентируют ближнюю и дальнюю периферию. Ближняя периферия: сила добра, результат усилий (6,7%), смысл жизни; благо, которое способствует общему благу (6,7%), истина (6,7%). Дальняя периферия: не может быть глупым (3,3%), высшее измерение добра – Бог и вечность (3,3%).

Следовательно, ДОБРО в языковом сознании русских писателей, философов и общественных деятелей определяется как позитивное нравственное чувство, полезное и положительное, «высшее благо» (по философскому определению). Оно божественно. Каждый индивид понимает добро по-своему. Добро есть «...верный себе путь жизни во всем и до конца – для всех...» (Вл. Соловьев).

По такому же плану описана лексема ЗЛО. В 24 контекстах словаря выявлены семь семантических компонентов, опре-

деляющих лексему: 1) характеристика зла с точки зрения реальности или идеальности – девять контекстов; 2) сопоставление категории зла с другими категориями (совесть, грех, вина, свобода, слабость) – шесть; 3) общая характеристика зла – три; 4) существует повсюду – два; 5) понимается по-разному индивидом – два; 6) исправляется при жизни – два; 7) человечество не может существовать без зла – один. В таблице 2 приведены семантические компоненты лексемы ЗЛО.

Данные семантические компоненты можно представить графически – таким образом, мы получим семантическую структуру лексемы ЗЛО, репрезентированную в языковом сознании русских писателей, философов и общественных деятелей. Границы зон проводились по линии «слома» между точками процентных показателей групп. Количество семантических компонентов определено в процентах (рис. 2).

Как видим на рис. 2, ядро лексемы ЗЛО состоит из одного семантического компонента – характеристика зла с точки зрения реальности или идеальности (36%).

Предъядерная зона включает сопоставление категории зла с другими категориями (совесть, грех, вина, свобода, слабость) (24%).

Периферийную зону составляют такие компоненты, как общая характеристика зла (12%), существует повсюду (8%), по-

нимается по-разному индивидом (8%), исправляется при жизни (8%), человечество не может существовать без зла (4%).

Таблица 2.

Семантические компоненты лексемы ЗЛО

Семантический компонент	Частота семантического компонента	
	Абс.	%
Характеристика зла с точки зрения реальности или идеальности	9	36,0
Сопоставление категории зла с другими категориями (совесть, грех, вина, свобода, слабость)	6	24,0
Общая характеристика зла	3	12,0
Существует повсюду	2	8,0
Понимается по-разному индивидом	2	8,0
Исправляется при жизни	2	8,0
Человечество не может существовать без зла	1	4,0
Итого	25	100

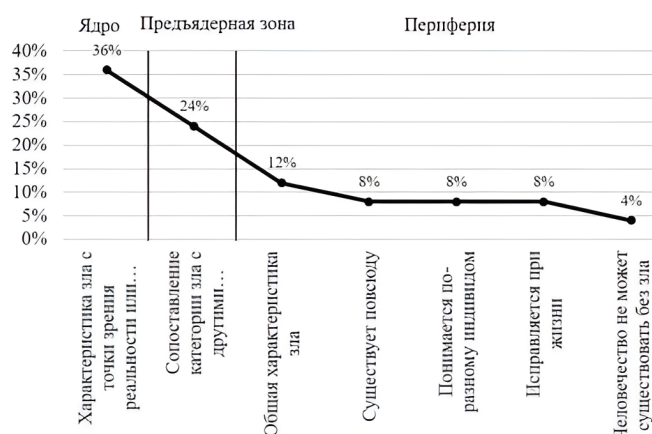


Рис. 2. Семантическая структура лексемы ЗЛО в контекстах «Словаря русской ментальности»

Следовательно, ЗЛО в текстах Словаря рассматривается с точки зрения реальности или идеальности, в то же время оно тесно связано с другими категориями, такими как совесть, грех, свобода и т. д. ЗЛО существует везде, имеет существенные характеристики; источник ЗЛА – «все материальное» (Л. Гумилев, «Словарь русской ментальности», т. 1, с. 311), человечество не может существовать без зла.

В ходе анализа текстов Словаря обнаружено интересное явление: русские писатели, философы и общественные

деятели не просто показывают противоречие ДОБРА и ЗЛА, а активно подчеркивают их взаимосвязь, рассматривают с точки зрения философской категории единства противоположностей: в 26 контекстах фиксируется и ДОБРО, и ЗЛО в семантическом плане в одном предложении. Семантические компоненты приведены в таблице 3.

Представим данные семантические компоненты в виде диаграммы, построенной исходя из частотности семантических компонентов в контекстах (рис.3).

Таблица 3.

Семантические компоненты лексемы ДОБРО — ЗЛО

Семантический компонент	Частота
1. Зло всегда сопровождает добро, оно не меньшая степень добра, избыток зла порождает добро	7
2. Борьба добра и зла как условия их существования	4
3. Интерес общества к различению добра и зла	3
4. Добро и зло неразделимы	2
5. Свободное добро предполагает свободу зла	2
6. Каждый народ понимает добро и зло по-своему	2
7. Добро и зло изменяемые	2
8. Добро и зло существуют в индивидуальной жизни	2
9. Виды добра и зла противоречат друг другу	1
10. Зло проходит, добро остается	1
11. Добро как желаемое и достойное одобрения, зло как нежелаемое, достойное порицания	1
12. Добро — истина, зло — ложь	1
13. Добро ведет к счастью, а зло наоборот	1
14. Зло — это плен, добро — это свобода	1
15. Добро и зло имеют своим источником волю	1

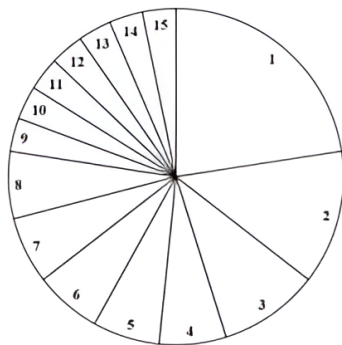


Рис. 3. Семантический антипод пары лексем ДОБРО – ЗЛО в контекстах «Словаря русской ментальности»

Отметим, что наиболее частотными являются три семантических компонента: 1) *зло всегда сопровождает добро, оно не меньшая степень добра, избыток зла порождает добро*; 2) *борьба добра и зла как условия их существования*; 3) *интерес общества к различению добра и зла*. Эти компоненты составляют общую ценностную ориентацию нравственной системы русского социума.

Семантические компоненты под номерами 4–8 с частотностью 2 конкретизируют направленность и связанность добра и зла: *добро и зло неразделимые и*

изменяемые, свободное добро предполагает свободу зла. Добро и зло не статичны, они существуют в индивидуальной жизни, каждый народ понимает добро и зло по-своему (табл. 3).

Характеристика семантики лексем ДОБРО – ЗЛО (с частотностью 1) показана в семантических компонентах с 9 по 15 (табл. 3). Например, *виды добра и зла противоречат друг другу, оба имеют своим источником волю*. Здесь подчеркивается, что *добро желаемо и достойно одобрения*; зло же порицаемо; *добро ведет к счастью, а зло – наоборот; добро – это свобода и истина, а зло – это плен и ложь*. Добро всегда побеждает зло. Общество различает добро и зло, одобряя первое и порицая второе.

Содержание и структура лексем 善 («добро») и 恶 («зло») в китайском социуме

Тексты для данной части исследования были выбраны из «Сбалансированного корпуса современного китайского языка Государственного комитета по работе в области языка и письменности» (国家语委现代汉语通用平衡语料库)

и «Языкового корпуса Центра китайского языкознания при Пекинском университете» (北大语言中心CCL语料库). Поскольку 善 и 恶 в китайском языке являются не только существительными, но и прилагательными, и глаголами, отобраны 65 контекстов, отвечающих требованиям исследования. Среди них 22 контекста содержат только 善 («добро»), 13 контекста – только 恶 («зло»), 30 контекстов указывают лексему со значением соотношения 善 и 恶 («добра» и «зла»).

В 22 контекстах определяются семь семантических компонентов лексемы 善 («добро»): 1) идеи красоты и истины в ценностном аспекте – восемь контекстов; 2) философская категория – шесть; 3) присуще и индивиду – четыре; 4) буддизм способствует добру – два; 5) социальное соотношение людей – два; 6) отсутствие устремлений есть чистое добро – один; 7) эпикурейство связано с добром – один. Полученные семантические компоненты представим в виде таблицы (табл. 4).

Таблица 4.

Семантические компоненты лексемы 善 («добро»)

Семантический компонент	Частота семантического компонента	
	Абс.	%
Идеи красоты и истины в ценностном аспекте	8	33,3
Философская категория	6	25,0
Присуще и индивиду	4	16,7
Буддизм способствует добру	2	8,3
Социальное соотношение людей	2	8,3
Отсутствие устремлений есть чистое добро	1	4,2
Эпикурейство связано с добром	1	4,2
Итого	24	100

Данные семантические компоненты можно представить графически. Получим семантическую структуру лексемы 善 («добро»), разделенную на три зоны,

при этом периферия представлена ближней и дальней; границы зон проведены по линии «слома» между точками процентных показателей групп (рис. 4).

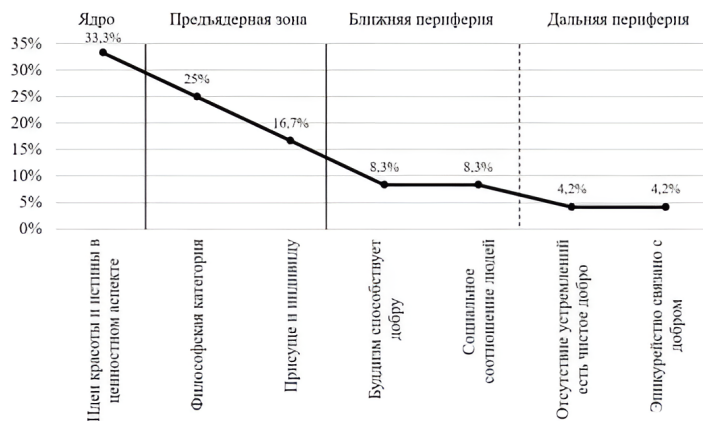


Рис. 4. Семантическая структура лексемы 善 («добро») в контекстах Национальных корпусов китайского языка

Как видно из рис. 4, ядро семантической структуры лексемы 善 («добро») состоит из одного семантического компонента: идеи красоты и истины в ценностном аспекте.

Предъядерная зона включает два семантических компонента: философская категория; присуще и индивиду.

Периферийная зона содержит четыре семантических компонента: ближняя периферия – буддизм (вера) способствует добру, социальное соотношение людей; дальняя периферия – отсутствие устремлений есть чистое добро, эпикурейство связано с добром.

Следовательно, ДОБРО в языковом сознании китайского социума рассматривается как истина и красота, в которых отражен ценностный аспект; подчеркивается философское обоснование

этой лексемы. При определении семантики лексемы ДОБРО ощутимо влияние буддизма. Добро связано и с социальными характеристиками индивида.

В текстах корпусов получено шесть семантических компонентов лексемы 恶 («зло»): 1) потакать злу и творить зло – четыре контекста; 2) качество злодея – четыре; 3) основано на карме – два; 4) следует контролировать – два; 5) соотношение зла и справедливости – один; 6) зло в понимании конфуцианства – один. Полученные семантические компоненты отражены в таблице 5.

Представив данные семантические компоненты графически, получим семантическую структуру лексемы 恶 («зло»), репрезентированную в языковом сознании китайского социума (рис. 5)

Таблица 5.

Семантические компоненты лексемы 恶 («зло»)

Семантический компонент	Частота семантического компонента	
	Абс.	%
Потакать злу и творить зло	4	28,6
Качество злодея	4	28,6
Основано на карме	2	14,3
Следует контролировать	2	14,3
Соотношение зла и справедливости	1	7,1
Зло в понимании конфуцианства	1	7,1
Итого	14	100

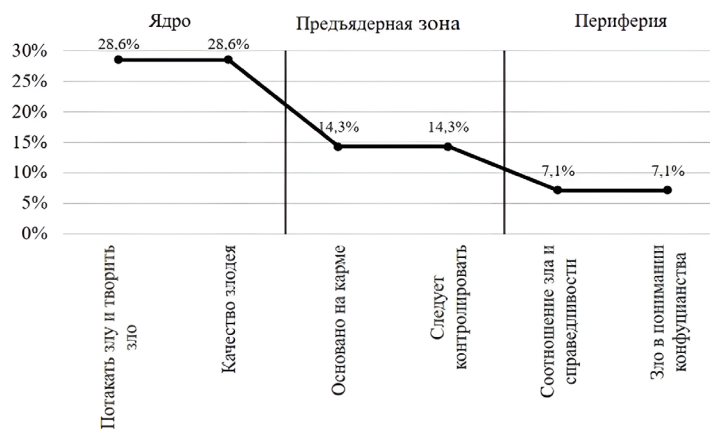


Рис. 5. Семантическая структура лексемы 恶 («зло») в контекстах Национальных корпусов китайского языка

Ядро семантической структуры лексемы 恶 («зло») представлено двумя компонентами: *потакать злу и творить зло; качество злодея*.

Предъядерная зона включает два семантических компонента: основано на карме; следует контролировать.

Периферийная зона состоит также из двух семантических компонентов: соотношение зла и справедливости; зло в понимании конфуцианства.

Следовательно, в языковом сознании китайского социума зло существует, потому что люди попустительствуют ему. Однако зло следует контролировать. Соотношение зла и справедливости «отображает неотъемлемый характер нашей нации» [Языковой корпус Центра китайского языкознания при Пекинском университете]. Буддизм и конфуцианство обращают внимание на сущностное значение зла.

В китайском социуме 善 – 恶 («добро» – «зло»), являясь ценностными понятиями, рассматриваются как результат деятельности человека: добро и зло отражают выбор и поступки индивида. В то же время люди разных социальных объединений (классов – в интерпретации данных Национального корпуса китайского языка) по-разному понимают противопоставление добро – зло.

Кроме того, китайское общество отмечает, что религиозные течения по-своему трактуют добро – зло.

В Национальных корпусах китайского языка есть 30 контекстов, где используются лексические единицы 善 – 恶 («добро» – «зло»), объективируя эту антитезу языком морали. Семантические компоненты рассматриваемой лексемы приведены в таблице 6.

Таблица 6.

Семантические компоненты лексемы 善 – 恶 («добро» – «зло»)

Семантический компонент	Частота
1. Добро — зло как ценностные понятия	7
2. Добро — зло как результат деятельности человека	5
3. Добро — зло в толкованиях разных религиозных течений	5
4. Добро — зло историчны, национальны и прямо противоположны	5
5. Существуют и добро, и зло	4
6. Добро ведет к счастью, а зло — к несчастью, страданию	2
7. Добро — зло как изменяемые сущности	2
8. «Классовая» природа добра — зла	1

Данные семантические компоненты можно представить в виде диаграммы, показывающей степень частоты их использования (рис. 6).

Как видим, семантический компонент *добро – зло как ценностные понятия* является самым частотным. Частотными определяются и три следующих семантических компонента: *добро – зло как результат деятельности человека; добро – зло в толкованиях разных религиозных течений; добро – зло историчны, национальны и прямо противоположны*.

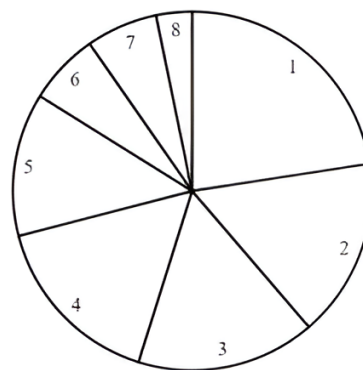


Рис. 6. Семантические антитезы лексем 善 – 恶 («добро» – «зло») в контекстах Национальных корпусов китайского языка

Китайцы считают, что понятия добра – зла относятся к категории этики и являются результатом действий человека. В Китае есть разные религии, каждая из которых имеет свое толкование добра – зла. Добро – зло не статичны. С точки зрения философии добро – зло есть единство противоположностей. Добро – зло существуют в вечной борьбе. Есть добро и есть зло; они могут переходить одно в другое.

Добро позитивно и может принести нам счастье, а зло – несчастье и страдание. Есть и такое понимание добра – зла: китайцы считают, что «...и добро, и зло историчны, конкретны, имеют классовое содержание. Разные эпохи, раз-

ные общества и разные классы имеют разные представления о добре и зле, даже прямо противоположные» [Сбалансированный корпус современного китайского языка Государственного комитета по работе в области языка и письменности].

Сопоставительный анализ категорий ценности и антиценности в русском и китайском языках

Сопоставим семантические компоненты, полученные в результате анализа контекстов из «Словаря русской ментальности» и двух Национальных корпусов китайского языка, с помощью моделирования структуры лексем ДОБРО/善 («добро») (таблица 7).

Таблица 7.

Сопоставление семантических структур лексем ДОБРО/善 в русском и китайском социумах

Ядро	
Русский социум	Китайский социум
Эмпирическое, нравственное чувство; польза; духовная жизнь; нравственный идеал	Идеи красоты и истины в ценностном аспекте
Предъядерная зона	
Реальность; верный путь в жизни. Понимается по-разному индивидом. Способ действительного достижения блага	Философская категория. Присуще и индивиду
Периферийная зона	
Сила добра; результат усилий. Смысл жизни; благо, которое способствует общему благу. Истина. Не может быть глупым. Высшее измерение добра – Бог и вечность	Буддизм способствует добру. Социальное отношение людей. Отсутствие устремлений есть чистое добро. Эпикурейство связано с добром

В русском социуме ядро определяется компонентом эмпирическое, нравственное чувство; польза; духовная жизнь; нравственный идеал, а в китайском – идеи красоты и истины в ценностном аспекте. Для русского социума добро есть чувство, основанное на опыте и осознании нравственности; для китайского социума красота и истина составляют суть добра – и в этом определяется ценностный аспект данной лексемы. Кроме того, присутствующий в ядре китайского социума компонент исти-

на добра употребляется в русском социуме только на периферии.

В предъядерной и периферийной зонах русский социум дает более развернутое понимание лексемы ДОБРО (восемь семантических компонентов), китайский же социум определяет его более обобщенно (шесть семантических компонентов). В исследуемых социумах есть также общие ценностные семантические компоненты. Так, представители обоих социумов полагают, что добро характерно для индивида,

при этом в русском социуме отмечается различный характер понимания добра у индивида.

В предъядерной зоне русский социум понимает добро как способ верного пути в жизни, действительного достижения блага. Китайский социум считает, что добро – это философская категория. Оно присуще каждому индивиду. Как видим, в этой зоне отражена специфика в понимании сущности добра в рассматриваемых социумах.

На периферии в русском социуме отмечаются различные характеристики

добра, такие как сила добра, смысл жизни, благо; высшее измерение добра связано с концепцией Бога и вечности. Китайский социум подчеркивает, что добро является одним из важных вопросов в религиозных и философских течениях, например в буддизме, эпикуреизме.

Сопоставим семантические компоненты, полученные в результате анализа контекстов из «Словаря русской ментальности» и двух Национальных корпусов китайского языка, с помощью моделирования структуры лексем ЗЛО/惡 (таблица 8).

Таблица 8.

Сопоставление семантических структур лексем ЗЛО/惡 в русском и китайском социумах

Ядро	
Русской социум	Китайский социум
Характеристика зла с точки зрения реальности или идеальности	Потакать злу и творить зло. Качество злодея
Предъядерная зона	
Сопоставление категории зла с другими категориями (совесть, грех, вина, свобода, слабость)	Основано на карме. Следует контролировать
Периферийная зона	
Общая характеристика зла. Существует повсюду. Понимается по-разному. Исправляется при жизни. Человечество не может существовать без зла	Соотношение зла и справедливости. Зло в понимании конфуцианства

Согласно таблице 8, ядро лексем ЗЛО / 恶 различно. В русском социуме ядро состоит из одного семантического компонента, а именно: характеристика зла с точки зрения реальности или идеальности; в китайском социуме ядро состоит из двух компонентов: потакать злу и творить зло; качество злодея, где характеризуется способ сотворения зла и дается его оценка.

В предъядерной зоне в русском социуме зло как важная категория сопоставляется с другими категориями, такими как совесть, грех, вина, свобода и слабость. В китайском социуме люди, рассматривая зло с точки зрения буддизма, считают, что зло – это явление, основанное на карме,

то есть каждое злое действие ведет к негативным результатам, поэтому зло следует контролировать и ограничивать как на индивидуальном, так и на социальном уровне.

Периферийная зона показывает, что русский социум считает: зло существует повсюду, проникая в различные сферы жизни, при этом оно понимается по-разному в зависимости от культурного и социального контекста. Несмотря на повсеместность, зло может быть исправлено и преодолено человеком на протяжении жизни. Человечество не может существовать без зла, так что осознание зла и работа над его преодолением играют ключевую роль в достижении индиви-

дуального и социального благополучия. В Китае зло отмечено как важное свойство в соотношении зла и справедливости; кроме того, зло толкуется древним философским учением – конфуцианством.

Сопоставим семантические компоненты лексических пар ДОБРО – ЗЛО и 善 – 惡, полученные в результате анализа контекстов из «Словаря русской ментальности» и двух Национальных корпусов китайского языка (таблица 9).

Таблица 9.

Семантические компоненты лексем ДОБРО – ЗЛО и 善 – 惡 в русском и китайском социумах

Семантический компонент	
Русский социум	Китайский социум
Зло всегда сопровождает добро, оно не меньшая степень добра, избыток зла порождает добро.	Добро – зло как ценностное понятие.
Борьба добра и зла как условия их существования.	Добро – зло как результат деятельности человека.
Интерес общества к различению добра и зла.	Добро – зло в толкованиях разных религиозных течений.
Добро – зло неразделимы.	Добро – зло историчны, национальны и прямо противоположны.
Свободное добро предполагает свободу зла.	Существуют и добро, и зло.
Каждый народ понимает добро и зло по-своему.	Добро ведет к счастью, а зло – к несчастью, страданию.
Добро – зло изменяемые.	Добро – зло как изменяемые сущности.
Добро – зло существуют в индивидуальной жизни.	«Классовая» природа добра – зла
Виды добра – зла противоречат друг другу.	
Зло проходит, добро остается.	
Добро как желаемое и достойное одобрения, зло как нежелаемое, достойное порицания.	
Добро – истина, зло – ложь.	
Добро ведет к счастью, а зло – наоборот.	
Зло – это плен, добро – это свобода.	
Добро – зло имеют своим источником волю	

Данные таблицы 9 позволяют увидеть, что представители и русского, и китайского общества верят, что соотношение ДОБРА – ЗЛА / 善 – 惡 многогранно, эти понятия неразрывно связаны друг с другом. Добро может принести нам радость и счастье, а зло – наоборот. У разных народов разное понимание добра и зла, оно не статично, а изменяемо от этноса к этносу.

Разница в понимании соотношения ДОБРА – ЗЛА / 善 – 惡 русским и китайским социумами заключается в том, что, с точки зрения русского социума, борьба добра и зла выступает в качестве условия их существования. Интерес общества имеет устойчивое основание для различения добра и зла. Добро и зло являются изменяемыми категориями, которые можно интерпретировать и в контексте индиви-

дуальной жизни. Виды добра и зла могут противоречить друг другу, создавая сложности и конфликты на личном и социальном уровнях. Зло проходит, тогда как добро остается, подтверждая свою устойчивость и ценность. Добро связано с истиной, тогда как зло считается ложью, что указывает на дихотомию этих понятий.

Заключение

Проведенный анализ материалов «Словаря русской ментальности» и двух Национальных корпусов китайского языка позволил выделить следующие ценностные аспекты, образующие содержание лексем ДОБРО / 善 и ЗЛО / 惡 в русском и китайском социумах, представляющих страту «этнос».

1. ДОБРО в русском социуме воспринимается как позитивное нравственное чувство, способствующее пользе и духовной жизни. Оно воспринимается как реальность, верный путь в жизни, иногда как возвышенное и божественное.

В китайском социуме 善 («добро») рассматривается не только как эстетическая категория, имеющая связь с идеей красоты, но и как заключенное в истине верное отражение объективной действительности в сознании человека. Кроме того, в китайском социуме догматы буддизма способствуют добру, связывая его с отсутствием устремлений и рассматривая как высшее состояние благополучия.

2. В русском социуме ЗЛО рассматривается в качестве категории, имеющей как реальные, так и идеальные характеристики. Оно противопоставляется другим категориям, таким как совесть, свобода и т.д. В жизни присутствует зло, но люди могут исправлять и преодолевать его на протяжении жизни.

恶 («зло») в китайском социуме рассматривается в контексте различных религиозных учений, таких как конфуцианство и буддизм, и это указывает на то, что общественное сознание обильно насыщено религиозной и философской символикой, влияющей на понимание добрых и злых поступков. Буддизм считает, что зло связано с принципами кармы, подчеркивая

взаимосвязь между действиями человека и их последствиями.

3. В русском социуме пара ДОБРО – ЗЛО рассматривается как философская категория единства противоположностей, составляющих неразрывную связь, так как зло всегда сопровождает добро. Эта связь не является статичной и может меняться в зависимости от социума.

В китайском социуме соотношение 善 – 恶 («добро» – «зло») прежде всего рассматривается как категория этики и является результатом человеческих действий, указывая на активную роль человека. Представление о добре – зле имеет «классовую» природу, поскольку разные социальные объединения интерпретируют 善 – 恶 («добро» – «зло») по-разному, при этом интерпретации могут быть противоположными.

4. Общим в понимании добра и зла в обоих социумах является их определение как единства противоположностей, понимание добра как активной ценности, а зла – как пассивной. Оба общества признают сложность и взаимозависимость добра и зла: русское общество сосредоточено на борьбе и изменчивости, в то время как китайское подчеркивает влияние общественных факторов и моральных норм.

5. Таким образом, страта «этнос» активно влияет на представленность ценностного аспекта в семантических компонентах того и другого социума.

Библиографический список

1. Апресян Ю.Д. Русская языковая картина мира и системная лексикография. – М.: Языки славянских культур, 2006. – 912 с.
2. Арутюнова Н.Д. Язык и мир человека. – М.: Языки русской культуры, 1999. – 896 с.
3. Базылев В.Н. Наука о языке XXI века: словарь-справочник. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ФЛИНТА, 2016.
4. Бойко Е.С. Система частей речи в русском и китайском языках: лингводидактический аспект // *Philological Class.* – 2024. – Vol. 29. №3. – С. 203-212.
5. Еременко А.В. Языковая объективация ценностного компонента концепта Marriage в афоризмах американских и британских авторов: сравнительно-сопоставительный аспект: автореф. дис. кан. Филол. наук. – Владивосток: 2012. – 25 с.
6. Карасик В.И. Языковая матрица культуры – М.: Гнозис, 2013. – 320 с.
7. Карасик В.И. Языковая спираль: ценности, знаки, мотивы – М.: Гнозис, 2019. – 424 с.
8. Карасик В.И. Языковой круг: личность, концепты, дискурс – Волгоград: Перемена, 2002. – 331 с.

9. Кобозева И.М. Лингвистическая семантика – М.: Эдиториал УРСС, 2000. – 352 с.
10. Колесов В.В. Словарь русской ментальности: в 2 т. Т. 1: А–О – СПб.: Златоуст, 2014. – 592 с.
11. Кузнецов А.М. От компонентного анализа к компонентному синтезу – М.: Наука, 1986. – 126 с.
12. Серебренникова Е.Ф. Этносемиотрия как способ лингвистического аксиологического анализа // Лингвистика и аксиология: этносемиотрия ценностных смыслов. – М.: Тезаурус, 2011. – С. 7–48.
13. 向玉乔. 汉语道德语言的构成要素及其伦理表意功能 // 道德与文明. – 2022年. – 第3期. – 26–36页. = Сян Юйцяо. Составные элементы китайского морального языка и его этическая идеографическая функция // Мораль и культура. – 2022. – № 3. – С. 26–36.
14. 黄富峰. 论道德语言在道德思维中的地位和作用 // 伦理学研究 – 2003年. – 16–21页. = Хуан Фуфэн. О месте и роли языка морали в моральном мышлении // Этическое исследование. – 2003. – С. 16–21.
15. Hare R.M. The Language of Morals. Oxford: Clarendon Press, 1952. – 202 p.

**LINGUISTIC CORPUS AND EXPERIMENTAL STUDY OF AXIOLOGICAL
CATEGORIES IN THE MENTALITY OF RUSSIANS AND CHINESE
(BASED ON THE CORPORA OF THE MODERN CHINESE LANGUAGE)**

Li Yongnuo

Perm State National Research University

For citation:

Li Yongnuo. Linguistic corpus and experimental study of axiological categories in the mentality of Russians and Chinese (based on the corpora of the modern Chinese language) // Perm Federal Research Center Journal. – 2025. – № 3. – P. 52–69. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.4>

Values as the foundation of human existence influence our thoughts thus invisibly setting the direction of life. Different cultures reflect values in their own national way. GOOD and EVIL are the main concepts in the category of value, the main standard for judging behavior in general, the main means of national emotional evaluative judgments and important polar concepts that represent value and anti-value, respectively. The purpose of the article is to identify and analyze the semantic components of the value aspect of the lexemes GOOD / 善 and EVIL / 恶, as well as to model the semantic structures of these lexemes. The material for this study were fragments from the «Dictionary of Russian Mentality» and two national corpora of the Chinese language. The article identifies the value features of the meaning of the lexemes GOOD / 善 and EVIL / 恶: in Russian and Chinese society as aesthetic and ethical categories, i.e. moral principles underlying human behavior. The antithesis GOOD – EVIL in Russian society is explained from the point of view of the philosophical category of the unity of opposites; in Chinese society – from the point of view of the theory of «moral language».

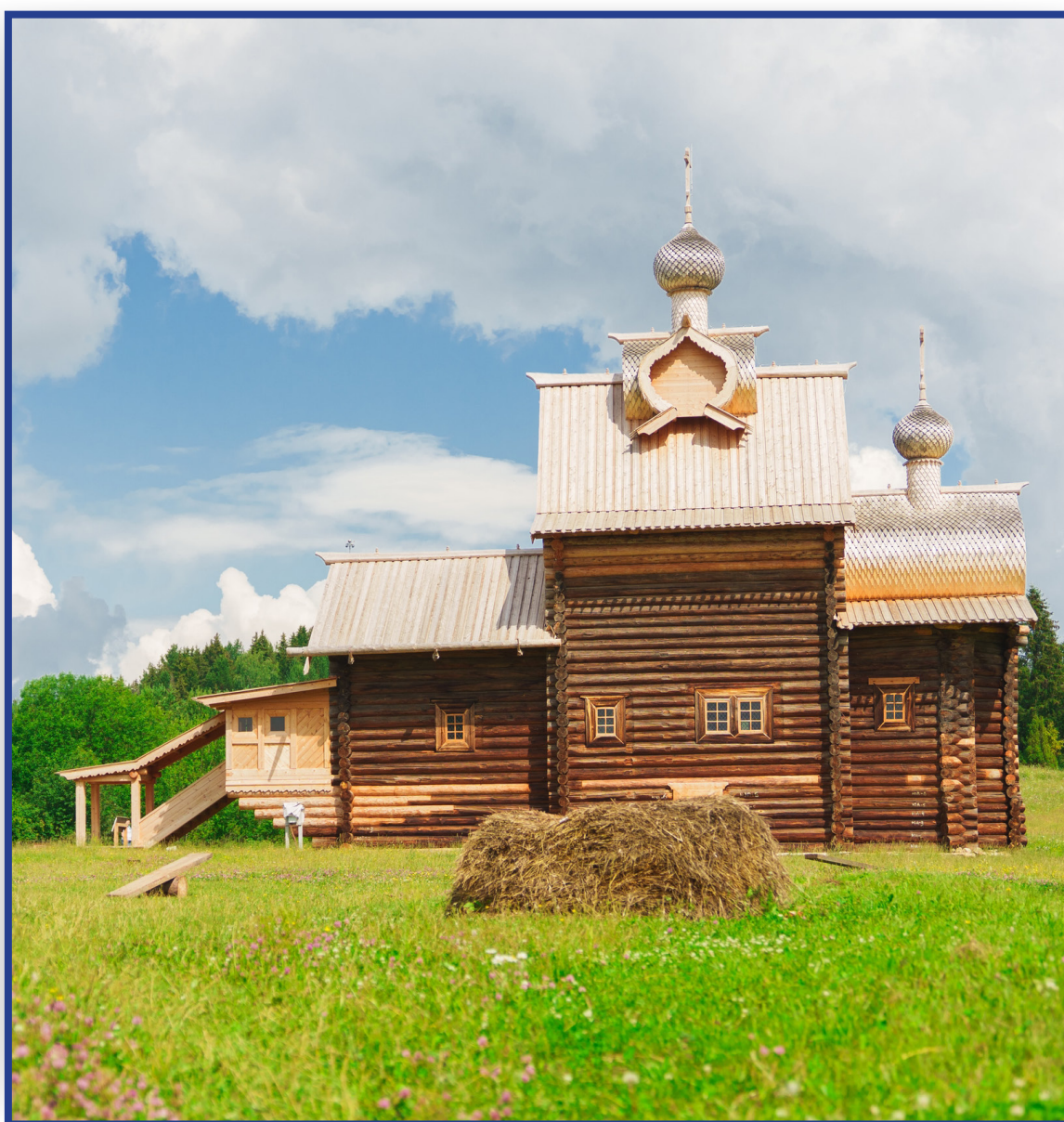
Keywords: value, moral language, semantics, lexeme GOOD / 善, lexeme EVIL / 恶, semantic structure of the meaning of the lexeme.

Сведения об авторе

Ли Юнню, кандидат филологических наук, преподаватель кафедры теоретического и прикладного языкознания, Пермский государственный национальный исследовательский университет (ПГНИУ), 614013, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15; e-mail: 844238106@qq.com

Материал поступил в редакцию 07.07.2025

ИЗ ИСТОРИИ РОДНОГО КРАЯ



**Архитектурно-этнографический музей «Хохловка»
Фото Виктории Тарасенко**

ИТОГИ XVI КОНГРЕССА АНТРОПОЛОГОВ И ЭТНОЛОГОВ РОССИИ: ГОРОД ПЕРМЬ, 2-6 ИЮЛЯ 2025 ГОДА

А.В. Черных, *Институт гуманитарных исследований УрО РАН*

М.С. Каменских, *Институт гуманитарных исследований УрО РАН*

Для цитирования:

Черных А.В., Каменских М.С. Итоги XVI Конгресса антропологов и этнологов России: город Пермь, 2-6 июля 2025 года // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2025. – № 3. – С. 71–88. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.5>

В статье анализируются подготовка и проведение в г. Перми XVI Конгресса антропологов и этнологов России, который состоялся 2-6 июля 2025 года, дается характеристика этого значимого события. Конгресс стал крупнейшим научным мероприятием в регионе в 2025 году. Он привлек более 1500 участников, чьи доклады были включены в программу, научная дискуссия велась на 2 пленарных, 62 секционных заседаниях и 7 круглых столах. В статье рассматривается тематика вопросов, обсуждаемых на научном форуме, состав участников, история Конгресса и программа его проведения в г. Перми. В приложении публикуются материалы *пресс-конференции, на которой выступили ведущие исследователи России.*

Ключевые слова: XVI Конгресс антропологов и этнологов России, научный форум, антропология, этнология, история науки, г. Пермь.

Главным событием в научной жизни Пермского края летом 2025 года стало проведение 02-06 июля XVI Конгресса антропологов и этнологов России. Научный форум традиционно является крупнейшим событием в жизни отечественной этнологии и антропологии. Научная тематика, обсуждаемая на конгрессе, показывает направления и итоги развития отечественной этнологии и антропологии, а научная дискуссия на площадках форума определяет вектор развития этой области знания в нашей стране.

История Конгресса насчитывает три десятилетия, Первый Конгресс прошел

в 1995 году в г. Рязани. За три десятилетия истории он проводился дважды в городах Москва (1999, 2013) и Санкт-Петербург (2005, 2023), научный форум принимали Уфа (1997), Нальчик (2001), Омск (2003), Саранск (2007), Оренбург (2009), Петрозаводск (2011), Екатеринбург (2015), Ижевск (2017), Казань (2019), онлайн-Конгресс 2021 года прошел в г. Томск. Решением правления Ассоциации антропологов и этнологов России в 2023 г. на Конгрессе в г. Санкт-Петербург местом проведения Конгресса в 2025 г. был определен г. Пермь. Правление Ассоциации подчеркивало значимость города



Встреча участников XVI Конгресса антропологов и этнологов России в аэропорту Большое Савино. Фото: СИА Групп

Перми для современной российской этнологии. Открытие нового академического института в 2022 году – Института гуманитарных исследований УрО РАН, наличие собственной этнологической школы, опыт региона во взаимодействии ученого сообщества, органов власти и учреждений образования и культуры в решении прикладных задач стали важными факторами в выборе площадки Конгресса. Проведение Конгресса именно в Пермском крае в 2025 году особенно символично и в связи с тем, что в этот год празднуется юбилей создания Коми-Пермяцкого национального округа – первой автономии такого уровня в истории СССР.

В 2025 г. организаторами мероприятия выступили Администрация губернатора Пермского края, Ассоциация этнологов и антропологов России, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное агентство по делам национальностей, Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН, Институт гуманитарных исследований УрО РАН – филиал ФГБУН «Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН», Пермский государственный

гуманитарно-педагогический университет. Партнерами в проведении конгресса стали Пермский краеведческий музей, Культурно-просветительский центр, Пермский дом народного творчества, Государственный архив Пермского края, фонд «История Отечества». Оргкомитет научного форума возглавил губернатор Пермского края Д.Н. Махонин.

Заявки на участие в Конгрессе в 2025 г. подали свыше 2700 ученых из России, стран дальнего и ближнего зарубежья. Из них руководителями секций было отобрано более 1500 докладов для работы Конгресса. Очно на конгресс приехало 1170 человек, представляющих 73 региона России, а также участники из-за рубежа (Китай, Израиль, Словакия, США, государства постсоветского пространства и др.). Особенностью XVI Конгресса стало существенное расширение географии участников. Свои доклады направили представители ряда крупнейших стран, где имеется собственная исследовательская традиция (Китай, Индия, Словакия, Израиль, Кыргызстан, Казахстан, Республика Беларусь, США, Мали, Армения, Таджикистан, Узбекистан и др.). В рамках Конгресса организована работа



Приветственный баннер XVI Конгресса антропологов и этнологов России на фасаде Большого зала филармонии г. Перми. Фото: Валентина Солнышкова

61 секции и 7 круглых столов. Отдельной строкой в программе Конгресса обозначен круглый стол «Великая Победа в исторической памяти народов России», приуроченный к 80-летию победы советского народа в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг. Тематика секций и круглых столов затрагивает самые разные аспекты этнологии и антропологии. В программу Конгресса включены как традиционные этнографические темы (этноистория, этнография отдельных народов и регионов), так и современные междисциплинарные направления развития антропологии (медицинская антропология, антропология спорта, когнитивный поворот в этнологии, гендерные исследования и др.). Отдельная площадка посвящена опыту проведения этнологических исследований в России и Китае на современном этапе.

Программа 7 дней Конгресса была чрезвычайно насыщенной. Она включала два пленарных заседания, два с половиной дня были посвящены секционным заседаниям и круглым столам. В ходе Конгресса были организованы экскурсии по городу, посещение Пермского краеведческого музея и его филиалов, выездные

экскурсии в Архитектурно-этнографический музей «Хохловка» (Пермский муниципальный округ), г. Кунгур, Белогорский Свято-Николаевский мужской монастырь (Кунгурский муниципальный округ), г. Кудымкар. Ежедневно в дни Конгресса проводились встречи в вечернем Этноклубе, во время работы которого прошла презентация этнографических фильмов и видеоматериалов, была организована встреча с фольклорными коллективами Пермского края, участниками Конгресса были также презентованы новые издания по этнологии и антропологии. Отдельным проектом фонда «История Отечества», реализованным в рамках Конгресса этнологов, стала выставка «Этнофото», подготовленная Институтом гуманитарных исследований УрО РАН.

Экспертами конгресса стали представители Администрации Президента РФ, Федерального агентства по делам национальностей, Российского исторического общества и фонда «История Отечества», комиссии по межнациональным, межконфессиональным отношениям и миграции Общественной палаты РФ. Приветствие участникам конгресса президента РФ В.В. Путина огласил заместитель руково-



Знакомство с издательской деятельностью Института гуманитарных исследований УрО РАН почетных гостей XVI Конгресса антропологов и этнологов России. Слева направо: А.В. Черных, М.М. Магомедов, В.А. Тишков, Д.Н. Махонин. Фото: СИА Групп

дителя Администрации Президента РФ М.М. Магомедов. В своем выступлении М.М. Магомедов отметил вопросы научного содействия в реализации и подготовке новой редакции Стратегии государственной национальной политики РФ.

Доклады на пленарном заседании были представлены как российскими учеными, так и коллегами из КНР, Словакии, Индии, Кыргызстана и Казахстана. Тематика представленных докладов была весьма разнообразна: от рассуждений о становлении академической традиции отдельных стран и влияния глобализации на разрушение традиционных экономик до конкретных полевых исследований, проводимых нашими коллегами. Статьи участников из России посвящены таким важным темам, как нематериальное этнокультурное достояние народов России, развитие отечественной этнологии, особенности советской национальной политики, физическая антропология на примере исследования населения Древней Руси. Специальный материал посвящен

истории этнологии на профильной кафедре в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, которая в этом году празднует юбилей.

Тематика докладов и дискуссий Конгресса связана с решением важных задач современного общества, среди которых – сохранение межнационального согласия, популяризация историко-культурного наследия народов Российской Федерации и мира в целом, презентация опыта учёных в области изучения и популяризации межкультурного и межнационального взаимодействия. Данное мероприятие в целях реализации государственной национальной и миграционной политики направлено на развитие взаимодействия академических коллективов и отдельных ученых с институтами гражданского общества и органами местного самоуправления. Конгресс имеет большую значимость для обеспечения стабильности и согласия в многонациональном российском обществе, утверждения российской идентичности, сохранения и развития



Торжественное открытие XVI Конгресса антропологов и этнологов России в Большом зале филармонии г. Перми. Фото: Виктория Тарасенко

историко-культурного наследия народов Российской Федерации. В академическом плане важной задачей Конгресса является обсуждение основных направлений и достижений в области отечественной и мировой антропологии и этнологии.

Наиболее обсуждаемыми вопросами на Конгрессе стали:

- традиционная культура, ценности и нематериальное этнокультурное достояние народов России;
- реализация Стратегии государственной национальной политики РФ;
- институты гражданского общества в укреплении межнационального и межконфессионального согласия;
- Победа в Великой Отечественной войне в памяти народов России;
- социальная и культурная адаптация мигрантов и членов их семей;
- проблемы коренных малочисленных народов России.

На заключительном пленарном заседании был также заслушан доклад об опыте советского федерализма и национальной политики на примере Коми-Пермяцкого округа – первого из созданных

национальных округов в 1925 году. На общем собрании Ассоциации антропологов и этнологов России (ААЭР) обсуждались основные организационные итоги Конгресса, актуальные вопросы развития отечественной этнологии. Отмечены такие проблемы, как сокращение количества кафедр по этнологии в российских вузах, необходимость подготовки профильных специалистов в условиях повышения роли межнациональных и межконфессиональных отношений в жизни российского общества, организация регулярных научных обменов в сообществе этнологов и антропологов России, цели и перспективы антропологии в российской науке. Были подтверждены на новый двухлетний срок полномочия Президиума ААЭР во главе с академиком В.А. Тишковым.

Накануне открытия Конгресса состоялась пресс-конференция ведущих российских ученых, этнологов и антропологов, членов организационного и программного комитета научного форума, материалы которой мы и представляем ниже.

**Материалы пресс-конференции
XVI Конгресса антропологов
и этнологов России**

*Александр Васильевич Черных,
член-корр. РАН, доктор исторических
наук, директор Института гуманитарных
исследований УрО РАН
(г. Пермь, Россия)*

Дорогие коллеги, позвольте мне открыть пресс-конференцию, посвященную XVI Конгрессу антропологов и этнологов России. Пермь в 16-й раз в нашей стране собрала сообщество этнологов и антропологов, тех, кто занимается изучением очень разных сфер нашей общественной жизни: народной культуры, этнических процессов, современной антропологии и множества научных направлений, которые представлены на площадках нашего научного форума. Оргкомитет Конгресса начал работу в сентябре 2024 г. Для удобства участников был открыт официальный сайт Конгресса, который работал все это время, осуществлялась рассылка сообщений, переписка с участниками. Заявки на участие в Конгрессе подали свыше 2700 человек, было отобрано около 1500 заявок.

Очно на Конгресс приехала 1170 человек, представляющих 73 региона России, а также участники из-за рубежа, в том числе в Конгрессе принимают участие исследователи из Китая, Индии, Словакии, стран Африки, стран постсоветского пространства. Среди участников – три академика РАН, руководители крупнейших российских профильных институтов – Института этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН и Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН. Наиболее крупные зарубежные научные учреждения, представленные на Конгрессе: Институт России, Восточной Европы и Центральной Азии Китайской академии общественных наук и Центральный университет национальностей Китая; Институт этнологии и социальной антропологии Словацкой академии наук; Институт истории, археологии и этнологии им. Б. Джамгерчинова Национальной академии наук Кыргызской Республики; Казахский национальный университет им. аль-Фараби.

Результаты исследований на Конгрессе будут представлены на 62 секциях, 7 круглых столах и 2 пленарных заседаниях, которые пройдут во время работы Кон-



Встреча с творческими коллективами Пермского края в рамках культурной программы XVI Конгресса антропологов и этнологов России. Фото: Валентина Солнышкова

гресса. Программа Конгресса очень насыщенная. Это и заседания, и богатая экскурсионная программа, и работа вечернего Этноклуба, и много других активностей.

Необходимо отметить, наш Конгресс проходит в 2025 году, и этот год для Пермского края особенный. В этом году Пермский край отмечает 100-летие Коми-Пермяцкого округа. 26 февраля 1925 года был создан Пермский национальный округ, который через два месяца стал Коми-Пермяцким. Это был первый национальный округ в составе нашей страны. Это событие стало поводом для объявления в Пермском крае 2025 года годом коми-пермяцкого языка и культуры. И вся программа этого года очень насыщена событиями, связанными с юбилеем Коми-Пермяцкого округа. И 1 декабря Пермский край отмечает свое 20-летие. Именно 1 декабря родился новый субъект Российской Федерации за счет объединения Коми-Пермяцкого автономного округа и Пермской области, и это было появление, собственно, на карте нашей

страны, Пермского края. Коми-пермяцкая тематика у нас на Конгрессе представлена очень активно. У нас работает секция номер один, самая большая, «Коми-пермяки в этнокультурном пространстве Урала». Будет достаточно много презентаций, вчера был показ фильмов. Сегодня будет встреча с фольклорными коллективами. В г. Кудымкаре пройдет круглый стол, собственно, на территории Коми-Пермяцкого округа, куда запланирован выезд участников Конгресса, где будет знакомство с культурой, обсуждение современных проблем развития народа и языка. И Конгресс в г. Перми посвящен, в том числе, этому событию в истории нашего края и страны.

Хотелось бы поблагодарить всех коллег, организаторов Конгресса за слаженную работу по его подготовке и проведению: Администрацию губернатора Пермского края, Ассоциацию этнологов и антропологов России, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Федеральное агентство по делам национальностей, Институт этноло-



Участники Круглого стола № 3 XVI Конгресса антропологов и этнологов России в АЭМ «Хохловка». Фото: Виктория Тарасенко

гии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН, Институт гуманитарных исследований УрО РАН – филиал ФГБУН «Пермский федеральный исследовательский центр УрО РАН», Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет. Партнерами в проведении конгресса стали Пермский краеведческий музей, Культурно-просветительский центр, Пермский дом народного творчества, Государственный архив Пермского края, фонд «История Отечества». Оргкомитет научного форума возглавил губернатор Пермского края Д.Н. Махонин. Отдельные слова благодарности тем предприятиям региона, которые оказали спонсорскую помощь научному собранию.

Конгресс – это большое и значимое событие для Пермского края и России. Это уникальная возможность встретиться и пообщаться с коллегами, пообщаться с исследователями, которые занимаются всем этническим многообразием нашей страны. Много тех, чьи исследовательские интересы связаны с нашим регионом. Поэтому в добрый путь, для вас открыты все площадки Конгресса, работает сайт, где размещается актуальная информация, работает телеграм-канал, чтобы можно было получать оперативную информацию о прошедших и предстоящих событиях.

Плехов Олег Анатольевич, член-корр. РАН, доктор физико-математических наук, директор Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН (г. Пермь, Россия)

Для Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН большая честь и ответственность принимать мероприятие такого уровня. Проведение XVI Конгресса антропологов и этнологов России в Перми является безусловным признанием вклада пермских учёных

в развитие этнологии в Российской Федерации и в мире. В течение следующей недели Пермь станет центральной площадкой в России для обсуждения широкого спектра научных вопросов, включая анализ актуальных проблем национальной политики и формирование научно обоснованных подходов к изучению сложных этнических процессов, происходящих в нашей стране и в мире. Невозможно переоценить ответственность, лежащую на научных организаторах этого мероприятия, а также значимость и важность разработки беспристрастного научного подхода к изучению особенностей межэтнического взаимодействия и сохранению национального единства страны. Пермский федеральный центр в сотрудничестве с Пермским государственным гуманитарно-педагогическим университетом при поддержке Администрации губернатора Пермского края и Ассоциации антропологов и этнографов России постарались сделать все возможное, чтобы это мероприятие достойно вошло в историю развития антропологии и этнографии России, а каждый его участник увёз с собой самые яркие и тёплые воспоминания о нашем крае.

Алексей Николаевич Сарапулов, кандидат исторических наук, проректор по научно-методической работе и академическому взаимодействию Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета (г. Пермь, Россия)

Уважаемые коллеги, безусловно, для Перми и научной общественности города Конгресс – это очень важное событие. Безусловно, для нашего университета очень большая честь выступать одной из организационных площадок этого крупнейшего в Российской Федерации научного мероприятия. И надо сказать, что это и не случайно. В нашем университете

сложилась и активно работает, и развивается научная школа археологических и этнологических исследований. Школу эту основал Андрей Михайлович Белавин, известнейший археолог. И, собственно, вот в ней стали развиваться два направления: этнологическое и археологическое. И единственная в Перми аспирантура по научной специальности 5.6.4 «Антропология, этнология и этнография» открыта в нашем университете, и ей руководит Александр Васильевич Черных. У нас выстроены тесные партнерские отношения с Институтом гуманитарных исследований УрО РАН, в котором с 2017 г. действует базовая Кафедра археологии и этнографии ПГПУ. Сотрудниками кафедры являются научные сотрудники Института гуманитарных исследований УрО РАН. То есть они ведут занятия со студентами, организуют экспедиции и так далее. Поэтому выбор этой площадки для Конгресса, безусловно, не случайный. И еще, наверное, один факт. На базе нашего университета было открыто региональное отделение Российского исторического общества. И я бы хотел поблагодарить Российское историческое общество за организацию этого крупного Конгресса, потому что то, что будет происходить на площадках педагогического университета, поддержано фондом «История Отечества». Спасибо.

***Субботина Анастасия Анатольевна,
директор департамента национальных
и религиозных отношений
Администрации губернатора
Пермского края (г. Пермь, Россия)***

Добрый день, дорогие коллеги, друзья. Сегодня Пермский край принимает российских этнологов и антропологов. Это событие, как и насыщенная программа Конгресса, важно для решения современных задач, которые стоят перед национальной политикой. Если мы посмотрим на программу, мы увидим в ней отражение очень многих

стратегических документов, которые на сегодняшний день являются особенно актуальными для нашей страны. Это и стратегия государственно-национальной политики, это и стратегия по демографии и семейной политике, это и стратегия по культурной политике, и, безусловно, практически все темы отражают задачи, которые ставит перед нами 809-й указ Президента о сохранении традиционных духовно-нравственных ценностей. И для нас это очень ответственно. Поэтому мы пермской командой очень сильно готовились, очень рады видеть всех коллег, которые смогли приехать в Пермь. Все, кто приезжал через аэропорт, наверное, видели такой слоган: «В Перми все реально». И вот вчера, когда мы с программным оргкомитетом обсуждали грядущий конгресс, это было действительно так, потому что только на то, чтобы действовали все площадки, работают почти 200 волонтеров; коллеги из научного сообщества, из общественности, из СМИ подключились, и у этого Конгресса очень хорошая энергетика. И вот со вчерашнего дня я ее очень сильно чувствую, и, на самом деле, нам говорят: вы, наверное, очень устали, вам, наверное, очень сложно. Я не знаю, у меня как-то вот вчера, когда коллеги приехали, и крылья за спиной расправляются, и совершенно хорошие ожидания от предстоящего Конгресса. Поэтому огромное спасибо Ассоциации антропологов и этнологов России, Валерий Александрович, вам лично за то, что вы поддержали Пермь, за то, что вы сегодня в Перми. И еще раз хорошего Конгресса! Спасибо.

***Загребин Алексей Егорович, доктор
исторических наук, профессор РАН,
директор Института этнологии и
антропологии РАН (г. Москва, Россия)***

Я, прежде всего, хочу поблагодарить пермяков за душевный приём и сказать, что Институт этнологии и антропологии Российской академии наук им. Николая



Участники секции № 34 XVI Конгресса антропологов и этнологов России в Доме Грибушина. Фото: Дмитрий Вайман

Николаевича Миклухо-Маклая – это такой институт, который изначально стоит у истоков Конгресса этнологов и антропологов России. Но всё началось гораздо раньше. Первая этнографическая выставка в России 1867 года уже тогда поставила задачу объединения этнографических сил. Затем в советское время были научные сессии, съезды и конференции. Логическим путем, благодаря стараниям нашего президента и научного руководителя Института, академика Российской Академии наук Валерия Александровича Тишкова, всё это институционально превратилось в Конгресс. И сейчас мы проводим, образно говоря, смотр всех полков. Как и в Москве, и в Санкт-Петербурге, и в регионах России развивается наша наука. И мне хочется верить, и это очевидно, что наука наша на подъеме. И здесь, в Перми, мы видим сотни профессионально подготовленных этнологов, антропологов, которые не просто рассказывают о своих

успехах и будут делиться опытом, но и своим примером показывают молодежи, как заниматься наукой и как дружить, потому что этнография, антропология, как и любая наука, это прежде всего сообщество единомышленников. Спасибо.

***Головнев Андрей Владимирович,
академик РАН, доктор исторических наук,
директор Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого
(Кунсткамера) РАН
(г. Санкт-Петербург, Россия)***

Спасибо за точное представление нашего учреждения. Действительно, Кунсткамера, Майоран, это колыбель наук, праматерь музея, и, как недавно выразился Алексей Миллер, праматерь российской космонавтики. (Я вижу приятное удивление на лицах). Потому что в Кунсткамере, в Универсальном музее, вот в этой колыбели наук рождалось все от А до Я, от астрономии до анатомии. Но самой российской из наук, как

подтвердил председатель исторического общества Сергей Нарышкин, недавно посетив Кунсткамеру, является наука о народах, которая родилась, ну, прямо в Кунсткамере, ну, буквально в Российской Академии наук, на просторах России и Сибири в XVIII веке, одновременно создав национальную идею этой страны, которая формулировалась тогда так: «Россия богатая, обильная народами». С той поры эта идеология остается основной, ничем не нарушаемой. Таким образом, мы из Петербурга, где проходил предшествующий Конгресс, передали эстафету вот этой самой российской из наук сюда, в Пермь, где ее встречают замечательно. Мы уже здесь говорили о том, что энергетика есть у Конгресса. И действительно, по моим наблюдениям, Конгресс превратился в событие, заслуживающее самостоятельного изучения.

Конгресс – это ассамблея, это фестиваль, это настоящий праздник, это бал-

маскарад, потому что этнографы сюда приезжают в своих этнографических традиционных нарядах. Я свидетельствую, что они обсуждают это за год, за полгода, что они наденут на Конгресс. Самая российская наука создала здесь, я имею в виду, на Конгрессе, вот такую арену, платформу, поле саморефлексии, самоанализа, радости и энергетики, которая наполняет этот Конгресс, который растет за счет вот этой внутренней собственной энергетики. И вот это очень важное событие. Иногда нам кажется, что результаты наших бдений должны быть практичными, незамедлительными, осязаемыми. Иногда, напротив, эти результаты состоят в том, что мы как сообщество приобретаем новое качество. Мы развиваемся, мы совершенствуемся. И в этом смысле Конгресс – это как раз инструмент совершенствования нашей самой российской науки, с чем я Пермь и поздравляю.



*Участники Круглого стола № 2 XVI Конгресса антропологов и этнологов России.
Фото: Валентина Солнышкова*

**Гагуев Руслан Григорьевич, доктор исторических наук, председатель Правления Российского исторического общества, исполнительный директор фонда «История Отечества»
(г. Москва, Россия)**

Уважаемые коллеги, для меня, конечно, большая честь выступить после Андрея Владимировича Головнева, не так давно избранного в академики Российской Академии Наук, с чем мы его ещё раз поздравляем. Отметим бы, что Конгресс, зародившийся ещё в 1995 году, стал важной площадкой, важным мероприятием для всего нашего исторического сообщества, наряду с Форумом востоковедов, Съездом востоковедов, наряду с Петербургским историческим форумом. Конечно, это знаковая площадка не только для этнологии, но и для всей исторической науки в целом. Со своей стороны Российское Историческое Общество традиционно большое внимание уделяет развитию антропологии и этнологии. Сегодня РИО объединяет в своих рядах почти 180 профильных организаций и немало индивидуальных членов. В состав руководящих органов Российского исторического общества входят ведущие специалисты в этой сфере. Присутствующие сегодня здесь – это Валерий Александрович Тишков, Алексей Егорович Загребин, Николай Николаевич Крадин и многие другие наши коллеги, которые входят в Совет Российского исторического общества.

Привёл бы такую интересную информацию касательно трудоустройства выпускников этнологов и антропологов. Российское историческое общество уже на протяжении нескольких лет выступает в качестве центра ответственности за распределение контрольных цифр приёма. Мы недавно проводили такую аналитику относительно трудоустройства

выпускников специальностей 46-й исторической группы по окончании вузов. Здесь антропология может быть не самая популярная среди исторических дисциплин, но точно одна из наиболее востребованных в обществе. Только с 2022 по 2024 год уровень трудоустройства магистров-антропологов вырос с 76% до более чем 90%. Это показатель наивысший среди всех исторических специальностей. Профессиональные этнологи и антропологи участвуют в сводных исследованиях, выступают экспертами в сфере межнациональных отношений, культурной политики, государственного управления. И, думаю, этим объясняется их такая высокая востребованность. При этом магистры-антропологи получают достаточно высокие зарплаты.

В год 80-летия Победы особую значимость, конечно, приобретают проекты, посвященные сохранению памяти о подвиге многонационального советского народа в годы Великой Отечественной войны. И сегодня при поддержке Фонда Истории Отечества на базе Института этнологии и антропологии РАН ведется работа по восстановлению облика погибших красноармейцев. Это важный проект, мы ждем с нетерпением его результатов. В Приморском крае в Институте истории, археологии и этнографии Дальнего Востока разрабатываются электронные базы по истории академической этнографии региона. В Алтайском крае в конце сентября пройдет традиционная археологическая и этнографическая конференция студентов и молодых ученых. Все эти инициативы, как и конечно сегодняшней наш Конгресс, свидетельствуют о том, что антропология и этнология развиваются позитивно и динамично, и вместе с тем растёт, конечно, и интерес общества к этой сфере знания. Спасибо.

Зорин Владимир Юрьевич, доктор политических наук, председатель Комиссии Общественной палаты РФ по гармонизации межнациональных, межрелигиозных отношений и миграции; ведущий научный сотрудник Института этнологии и антропологии РАН (г. Москва, Россия)

Спасибо большое за возможность выступить и за всё сказанное в адрес науки. Как сотрудник Института этнологии и антропологии РАН я тоже занимаюсь этим очень долго, во многих участвовал мероприятиях в разном качестве, в разном статусе: и государственного служащего, и общественного деятеля. А сейчас я представляю Общественную палату Российской Федерации, которая за 20 лет своего существования с самого начала нашей теме уделяла огромное внимание. Вот я возглавляю комиссию, первым председателем этой комиссии был Валерий Александрович Тишков. То есть такая вот преемственность есть.

В этом году у нас здесь будет отдельная секция, будет еще круглый стол по проблемам участия институтов гражданского общества в реализации стратегии государственной национальной политики, укрепления суверенитета, защиты духовно-нравственных ценностей. Я хотел бы отметить, что наш Конгресс, самый представительный с начала его создания, свидетельствует о возрастающем внимании общества и государства не только к антропологической науке, но и к этнокультурному просвещению общества. А здесь нам всем предстоит очень большая работа. Я говорю, что нам надо заниматься ликвидацией этнокультурного дальтонизма, незнания народов, с которыми мы рядом проживаем. Этнокультурное невежество лежит в основе многих этноконфессиональных конфликтов. У нас был целый период определенный в обществе, когда мы и в школе закрыли

эту тематику, и в высших учебных заведениях, и у нас лучше знали какие-нибудь другие страны, чем наши собственные народы, рядом с которыми мы живём.

Я хотел бы также отметить, что антропологи и этнологи по своей сути антиглобалисты. Они последовательно выступают за многообразие, против стирания языков и культур, за укрепление межнационального мира, согласия, межкультурных связей, что особенно сейчас актуально, сегодня, когда они играют и будут дальше играть большую роль в восстановлении народной дипломатии.

И хотел также сказать, что Общественная палата и дальше будет уделять внимание этим вопросам. Очень многие этнологи и антропологи являются членами консультативных Советов при органах власти. Их активно привлекают – вот и привели, Руслан Григорьевич, очень интересные факты по устройству, по зарплате. Я вам скажу, что их активно привлекают и крупные компании, добывающие, особенно в сфере решения вопросов, связанных с коренными малочисленными народами. То есть авторитет науки, авторитет антропологов и этнологов в нашей стране растет, и я не сомневаюсь, что данный форум, данный Конгресс сыграет здесь очень важную и позитивную роль. Действительно, как праздник, как смотр. И особая благодарность Пермскому краю, его руководству, с которым я лично в разном качестве уже 30 лет сотрудничаю, именно развивая данную тему, и важен тот факт, что здесь и состоялся первый референдум об объединении двух субъектов Федерации, что было непростой задачей. И сегодня мы будем анализировать этот опыт на секционных заседаниях. И здесь одна из лучших моделей этого происшедшего процесса была реализована. И очень долго это был самый молодой субъект Федера-



*Участники XVI Конгресса антропологов и этнологов России в АЭМ «Хохловка».
Фото: Виктория Тарасенко*

ции, теперь он уже ветеран, потому что у нас еще есть 7–8 новых субъектов Федерации, которые появились вот за последние наши годы. Так что впереди у антропологов, этнологов большая работа, востребованность. Я хочу пожелать успехов форуму. Спасибо.

***Тишков Валерий Александрович,
академик РАН, доктор исторических
наук, научный руководитель Инсти-
тута этнологии и антропологии
им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН
(г. Москва, Россия)***

Как обычно заканчиваются каждые Олимпийские игры? Мы говорим: это были самые лучшие Олимпийские игры в истории Олимпийского движения. У меня есть ощущение, что Пермский конгресс, благодаря грандиозным усилиям наших местных организаторов этого мероприятия, обещает быть уже, как минимум, точно можно сказать, самым многочисленным. И я вспоминаю 1995 год, конгресс в Рязани, где было 85 человек, а сейчас уже около тысячи, больше или меньше, это мы скоро узнаем.

Это действительно крупные события в научной жизни нашей страны и не только. Но для нашей многонациональной России это еще событие большого общественно-политического звучания, и не случайно мы ожидаем сегодня приветствия от президента нашей страны Владимира Владимировича Путина в адрес нашего Конгресса, нашего мероприятия. И хотел бы Дмитрия Николаевича Махонина поблагодарить, Анастасию Анатольевну Субботину, представителя Администрации губернатора Пермского края, конечно, Александра Васильевича Черных, Михаила Сергеевича Каменских, Олега Анатольевича Плехова, всех, кто принимал участие в подготовке Конгресса. Мне кажется, энтузиазм и атмосфера, которую упомянул Андрей Владимирович Головнев, это действительно реальность. Есть настрой на то, чтобы сделать хорошие, интересные доклады. Я очень надеюсь, что и пленарное заседание сегодня будет на уровне. Хотел бы сказать, что этот Конгресс – наш общенациональный, российский конгресс, но с очень активным и значимым международным

участием. У нас никогда еще не было в истории нашего Конгресса, чтобы целая большая группа наших китайских коллег-этнологов принимала участие и организовывала даже отдельную сессию помимо пленарного доклада. У нас доклады пленарные от Индии, от Словакии, у нас доклады пленарные от стран нашего Содружества, от Казахстана и Киргизии. И ученые в секциях выступают еще из примерно двух десятков стран. 23 страны. Представители 23 стран сейчас на Конгрессе. Так что это событие еще имеет большой международный резонанс.

И что очень важно или не менее важно, оно оказывает огромное позитивное влияние на регион, где проходит этот Конгресс. После этого мы замечаем, растет и авторитет нашей науки в этом регионе, интерес к ней, и я думаю, что так будет и на этот раз, несмотря на то, что здесь уже хорошая и сильная школа, но возможности есть. Руслан Григорьевич Гагкуев улетает сегодня, чтобы завтра

определять КЦП, так называемые контрольные цифры приема, в том числе и на исторические науки, в которые включены и наши: этнология, антропология. Мы сражаемся за то, чтобы было больше этнологов, антропологов в нашей стране. Но задача нашего Конгресса также посмотреть дисциплинарные границы: какие направления, кто куда идет, в какую сторону. Иногда приходится даже ограничивать, но желающих называть себя антропологами сегодня более чем достаточно в стране. И мы, конечно, стоим на страже наших академических стандартов, на страже нашей дисциплины, которая все-таки несет свою очень важную миссию. Миссию изучения, сохранения историко-культурного наследия и современной жизни нашей страны, международных отношений, обеспечения международного мира и согласия. Так что эту миссию мы осознаем, и гражданская ответственность членов нашей профессии всегда была в прошлом, сегодня есть и, я надеюсь, будет в будущем. Спасибо.



*Пресс-конференция XVI Конгресса антропологов и этнологов России.
Фото: Виктория Тарасенко*

[Вопрос СМИ: Какова география участников Конгресса?]

А.В. Черных: По составу участников: 73 региона Российской Федерации представлены среди участников Конгресса. Это Чукотский автономный округ, это Дальний Восток. Есть и другие города Сибири и дальнего Востока, в том числе и новые регионы Российской Федерации среди участников. В общем, вся Россия. Мы можем даже список назвать тех регионов, откуда у нас нет участников, их не так много. И 23 зарубежные страны – это Африка, это США, Израиль, Китай, это Болгария, Словакия, это постсоветское пространство, Армения, Узбекистан, Таджикистан, Кыргызстан и многие другие страны.

[Вопрос СМИ: Как изменилась тематика Конгресса и какие актуальные вопросы обсуждаются сегодня?]

А.В. Головнев: Антропология и этнология – это о человеке и о народе. Ракуров очень много, причем сложнее всего изучить себя. Внешний взгляд на что-то иногда гораздо точнее, во всяком случае, выглядит логичнее, чем взгляд в себя или на себя.

В этом смысле антропология – это наука очень высокого уровня, недостигнутого, то есть совершенствование самопознания продолжается на наших глазах, и за последнее время случилось столько революций и контрреволюций, начиная с падения железного занавеса, включая появление интернета, мобильной связи, искусственного интеллекта, который распоясался вот сегодня и уже творит мир по-своему. И все это антропология. Сетевые люди, которыми мы отчасти являемся, это тоже предмет и забота антропологии – рассмотрение вот этих сложностей. Причем в 90-е годы в пространство России хлынула вся западная наука. Разверзлись небеса, разверзлись дамбы, и мы испытали шквал, шторм всякого зарубеж-

ного знания. Переварили, как сумели, и это тоже очень любопытно, как это переваривание происходило и продолжает происходить. И на этой основе в какой-то степени вернулись на круги свои, на новом уровне, освоив новые знания мира, то есть за это десятилетие или двадцатилетие, может быть, тридцатилетие даже, случилось несколько перерождений науки.

Конгресс позволяет своей повесткой, набором секций, отследить эти изменения. Но самые главные из них, пожалуй, это, конечно, всё, что связано с киберпространством. Сегодня киберэтнография, веб-реальность, в том числе всё, что связано с человеком, как я уже сказал, с сетевым человеком, и этнопрезентации, этнопредставительство в сети, ведь сегодня многое решается, обсуждается, вырабатывается уже в том пространстве, не в этой реальности, а в той реальности, которая называется виртуальностью. Это и сдвиг, так называемый, пространственный, онтологический, сдвиг мобильности, эффект. Я вот сам являюсь теоретиком движения в антропологии, помимо прочего, и мне представляется, что это направление позволяет перейти от стремления к статике к комфорту в динамике, что и заявляет нам сегодняшний быстро меняющийся мир, который настолько стремительно сам себя преобразует, что здесь мечтать о статике и выдвигать в качестве идеала какую-то статичную картину, как иногда говорят, стабильного развития, устойчивого развития, это очень популярно. На мой взгляд, мы должны сменить парадигму на идеал изменчивости и стабильности в изменчивости. Это тоже запрос антропологии. Антропология, этнология сегодня – это не только знание о народах, оно включает знание о народах как базовую платформу российской этнографии, российского народоведения, все это приобрело огромное и

очень интересное, замысловатое строение. В этом смысле, повторяю, Конгресс достоин изучения, начиная с самоизучения. И я призываю всех присутствующих здесь специалистов разных наук обращать внимание на феномен Конгресса.

В.А. Тишков: Я немного дополню Андрея Владимировича. Антропологией у нас в стране называлась физическая антропология. Сейчас это не столько физическая, сколько биологическая антропология, а есть отдельные секции, несколько секций по физической и биологической антропологии. Есть социально-культурная антропология. И целые поддисциплины направлений представлены отдельными секциями. Это юридическая антропология, это городская антропология, это медицинская антропология, это гендерные исследования, это визуальная антропология. Это отдельные поддисциплины направлений, которые отражены не в одной, а порой в нескольких секциях на Конгрессе. Это миграционная политика, так что это не только этнологические исследования, это и социально-культурные, антропологические.

А.В. Головнев: И сама антропология изменилась, приобрела новые объемы. Когда-то считалось, что настоящая кондовая классическая этнография – это что-то такое связанное с традиционной культурой. На самом деле, это ошибка, если угодно, ошибка роста, когда в конце 20-х годов этнологию из царицы наук, из квинтэссенции общественных наук разжаловали, не буду рассказывать почему, поинтересуйтесь, это очень интересно, разжаловали во вспомогательную историческую дисциплину, из генерала в ефрейторы. Сегодня идет возвращение, реванш антропологии. По существу, все мировые проблемы сегодня, все базовые, самые острые конфликты, – это этнография. Это межнациональные, межэтнические отношения, тонкости диалогов меж-

ду народами. Так что это все этнография, не только тибетейки с лаптями.

В.А. Тишков: У нас несколько секций посвящены музейной работе, в стране очень активно развиваются этнографические музеи, этнотуризм. И это действительно этнографические темы, эта тематика тоже в программе Конгресса отражена.

[Вопрос СМИ: Ваши впечатления от Перми?]

Крадин Николай Николаевич, академик РАН, директор Института истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН (г. Владивосток, Россия).

Это мой первый приезд на замечательную пермскую землю. И, к сожалению или к счастью, в общем, не знаю, моя судьба сложилась так, что я бывал во многих странах и во многих регионах Сибири и Дальнего Востока, но центральная часть России и Урал – это для меня по-прежнему загадка. И вот, являясь дальневосточником, приезжая в другие регионы, я вижу, как всё-таки отличаются люди, живущие здесь, от дальневосточников. Есть некая такая вот мимолетная региональная идентичность, которая проявляется, может быть, в каких-то очень небольших наблюдениях, которые видны профессиональному этнологу, но незаметны большинству людей. И для меня это очень интересно. Я записался практически на все экскурсии, хочу посмотреть все музеи, хочу увидеть все для того, чтобы составить свое собственное представление об этой замечательной земле и, конечно, надеюсь, что это моя первая, но не последняя поездка сюда.

Смирнова Татьяна Борисовна, доктор исторических наук, заведующая отделом Сибирского филиала Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия имени Д.С. Лихачёва, профессор

Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского (г. Омск, Россия).

Я в седьмой раз в Перми, и я приезжала, приезжаю и буду приезжать, потому что мне кажется, что здесь, во-первых, практически родные люди, во-вторых, очень интересно, и пермяки и омичи имеют много общего. Пермь и Омск – города трудовой доблести, Пермь и Омск в этом году –

молодежные столицы России. Очень много общего у нас с Сибирью, и мои предки, допустим, по сибирскому тракту из Перми тоже пришли в Сибирь. Из того, что потрясает в Перми: музеи, ну, люди, прежде всего; Кама, Кудымкар и дорога в Кудымкар, сама природа и ландшафт – Парма. То есть очень много всего интересного: Пермский звериный стиль, очень много замечательных вещей. Спасибо, коллеги.

RESULTS OF THE XVI CONGRESS OF ANTHROPOLOGISTS AND ETHNOLOGISTS OF RUSSIA: PERM, JULY 2-6, 2025

Chernykh A.V., Kamenskikh M.S.

Institute of Humanitarian Studies UB RAS

For citation:

Chernykh A.V., Kamenskikh M.S. Results of the XVI Congress of Anthropologists and Ethnologists of Russia: Perm, July 2-6, 2025 // Perm Federal Research Center Journal. – 2025. – № 3. – P. 71–88. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.5>

The article describes the preparation and holding of the XVI Congress of Anthropologists and Ethnologists of Russia on July 2-6, 2025. The Congress became the largest scientific event in the region in 2025. It involved more than 1500 participants selected for the program. The scientific discussion was conducted at 2 plenary, 62 sectional workshops and 7 round tables. The article examines the topics of issues discussed at the scientific forum, the composition of the participants, the history of the Congress and the program for its holding in Perm. The Appendix contains materials from a press conference attended by prominent Russian researchers.

Keywords: XVI Congress of Anthropologists and Ethnologists of Russia, scientific forum, anthropology, ethnology, history of science, Perm.

Сведения об авторах

Черных Александр Васильевич, доктор исторических наук, член-корреспондент РАН, директор Института гуманитарных исследований УрО РАН – филиал Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН («ИГИ УрО РАН»), 614013, г. Пермь, ул. Генкеля, 4; e-mail: atschernych@yandex.ru

Каменских Михаил Сергеевич, кандидат исторических наук, ведущий научный сотрудник отдела этнологии и антропологии, «ИГИ УрО РАН»; e-mail: mkamenskih27@gmail.com

Материал поступил в редакцию 05.08.2025

ИЗ ИСТОРИИ ЭВАКУАЦИОННОГО ГОСПИТАЛЯ №1712

Ю.С. Чернышева, *Институт гуманитарных исследований УрО РАН*

Для цитирования:

Чернышева Ю.С. Из истории эвакуационного госпиталя №1712 // Вестник Пермского федерального исследовательского центра. – 2025. – № 3. – С. 89–99. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.6>

В настоящей статье анализируется информация, которая содержится в документах о работе эвакуационного госпиталя (ЭГ) № 1712, действовавшего в г. Молотов (ныне Пермь) в период 1941-1943 гг. Приведены общие сведения о работе госпиталя, занимаемых зданиях и сроках дислокации на территории города.

Дается подробное описание деятельности эвакогоспиталя, указываются имена и занимаемые должности некоторых сотрудников личного состава ЭГ, сведения об их работе и работе госпиталя в целом и некоторые проблемы, с которыми столкнулись сотрудники и раненые.

В основу работы легли материалы филиала Центрального архива Министерства обороны Российской Федерации (филиал военно-медицинских документов, г. Санкт-Петербург), Пермского государственного архива социально-политической истории. Среди источников – полугодовые отчеты и итоговый отчет ЭГ № 1712, приказы и распоряжения Народного комиссариата здравоохранения СССР, Народного Комиссара Обороны СССР (медико-санитарной службы) и Местного эвакуационного пункта № 44 (г. Молотов). Значительная часть приведенных источников вводится в научный оборот впервые.

Ключевые слова: *эвакуационный госпиталь, Великая Отечественная война, военная медицина, Молотов.*

Введение

г. Молотов (ныне – Пермь) и Молотовская область в годы Великой Отечественной войны стали одной из территорий по развертыванию системы эвакуационных госпиталей. По имеющимся архивным документам, хранящимся в Центральном архиве Министерства обороны (Филиал ЦАМО военно-медицинских документов,

г. Санкт-Петербург), в Молотовской области размещалось более 160 лечебных учреждений разного профиля: один местный эвакуационный пункт (МЭП), 149 эвакуационных госпиталей (ЭГ), 1 сортировочно-эвакуационный госпиталь (СЭГ), 3 батальона выздоравливающих (БВ), 2 госпиталя легкораненых (ГЛР), 3 хирургических полевых пере-

движных госпиталя, 3 спецгоспиталя для военнопленных; перепрофилирована под нужды военного времени психиатрическая больница, организованы больница восстановительной хирургии, межобластной, областной и протезный госпитали для инвалидов отечественной войны (ИОВ). Под эти учреждения были выделены здания больниц, школ, институтов, санаториев по всему региону.

В настоящее время в публикациях отражены только отдельные факты о работе эвакуационных госпиталей в Прикамье. Например, можно отметить работу А.И. Новикова «История рентгенографии Прикамья», в которой один из разделов посвящен медицине периода войны, автором также составлена карта дислокации эвакуационных госпиталей Молотова [11]. Этот же материал используется в коллективной монографии «Рентгенологическая служба Прикамья в годы Великой Отечественной войны» [10]. Сведения о работе ЭГ приводятся в энциклопедии «Пермский край в годы Великой Отечественной войны» [12], но они представлены не единой главой, а в виде тематических абзацев в разных разделах. Есть отдельные издания краеведческого характера, рассказывающие об истории конкретного эвакуационного госпиталя, а также сборники материалов научно-практических конференций, посвященные этой проблематике [7; 9; 16].

Несмотря на небольшой объем научной литературы по данной теме, широкое распространение получил другой формат – публикация архивных документов о работе госпиталей. Так, на сайте Пермского государственного архива социально-политической истории доступен информационный портал «Эвакогоспитали и медицина в Молотовской области в годы Великой Отече-

ственной войны» [13], в котором содержится информация о сроках и месте дислокации, начальниках госпиталей и приведены краткие исторические справки. Многочисленные статьи музейных и архивных сотрудников, местных краеведов основаны на архивных документах [17; 8 и др.].

Сложность работы по изучению эвакуационных госпиталей заключается в том, что большая часть исследований выполнена на основе газетных статей, решений местного Облисполкома и других учреждений, воспоминаний, писем и крайне мало – на основании отчетов собственно эвакогоспиталей из центральных архивов. Эти отчеты, написанные в период войны и сразу после ее завершения, были собраны со всей страны и переданы в архив военно-медицинских документов (г. Санкт-Петербург) [15], где и хранятся сегодня. В архиве представлены полугодовые, годовые, итоговые отчеты эвакуационных госпиталей, часть из них содержат приложения – фото, схемы – и в целом представляют собой уникальный пласт сведений о работе ЭГ. Эти отчеты содержат сведения о месте и времени дислокации, личном составе и его подготовке (в том числе, информацию об особых заслугах и отличившихся), работе подразделений госпиталя, сведения о смертности и выздоровлении, научно-исследовательской работе, культурно-массовой и т.п.

Цель данной статьи – изучить сведения, содержащиеся в отчетах о работе эвакуационных госпиталей, и ввести в научный оборот ранее неопубликованные материалы на примере работы ЭГ № 1712 за период 1941-1943 гг.). Исследование выполнено на основе документов, хранящихся в Фонде № 1056 Центрального архива Министерства обороны (филиал военно-медицинских документов).

**Общие сведения о работе госпиталя
в г. Молотов**

Эвакуационный госпиталь (ЭГ) № 1712 был сформирован в г. Молотове и действовал в системе Наркомздрава РСФСР с 14 июля 1941 года до сентября 1943 г. в двойном подчинении Молотовского Облздравотдела и Местного эвакуационного пункта (МЭП) № 44¹. В августе 1943 г. госпиталь было приказано передать в ведение Народного Комиссара Обороны СССР (медико-санитарной службы) приказами 0240/254, 0320/209, 0051/99 [14, 424] и отправить на фронт. 1 сентября госпиталь убыл в Харьковскую область. Сведения о времени работы и дислокации эвакуационных госпиталей не всегда корректно отражены в других источниках (например, мемуарах и воспоминаниях, газетах), в отчетах подобные ошибки минимальны. Кроме того, в отчетах содержатся сведения о реорганизации или объединении госпиталей. Например, в своем отчете начальник госпиталя № 1712 Д. С. Борисов пишет: «В июле 1943 приказом по Облздравотделу и Эвакопункту оставшиеся 300 коек ЭГ № 2559 приписать к ЭГ 1712 и считать новый госпиталь под №1712 развернувшимся на 800 коек» [1, 22]. Таким образом становится понятно, что 800 коек были развернуты не в одном здании (как считалось ранее), а располагались в разных корпусах.

При создании госпиталя №1712 Облздравотделом было решено разместить его в здании Педагогического института на ул. Карла Маркса (сейчас – Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет на ул. Сибирская, 24). 9 июля 1941 года комиссией Облстроотреста при приеме здания установлено: «считать здание Пединститута по выпол-

нению принятых работ вполне пригодным для развертывания госпиталя» [2, 4]. Помимо основного здания Пединститута, госпиталь занял и всю прилегающую территорию площадью около 24 тыс. кв. м (из них под строениями и хоздвором – 13 тыс. кв. м, под садом – 8 тыс. кв. м), огороженную «красивым железным решетчатым забором со стороны ул. К.Маркса, с других сторон – сплошным дощаным забором» [9,8]. В трехэтажном каменном здании Пединститута расположились четыре медицинских отделения на 580 коек (*данные на момент формирования ЭГ – Ю. Ч.*) и все лечебно-диагностические кабинеты (рентгеновский, физиотерапевтический, кабинет ЛФК, зубоврачебный кабинет, лаборатория), изолятор, санпропускник и вещевого склад.

В отчете госпиталя приведены подробные описания кабинетов и сведения о сотрудниках. Рассмотрим несколько примеров. Рентгеновский кабинет занимал три помещения: в «большой затемненной комнате» был установлен рентгеновский аппарат, а две остальные заняты под кабинет врача (он же комната ожидания больных) и рентген-лабораторию. В отчете за первое полугодие работы ЭГ № 1712 отмечалось, что недостатком этого помещения является «постоянная течь из канализационных труб, проходящих по потолку лаборатории» [2, 37, 40]. Начальником рентгеновского кабинета весь период работы госпиталя был Гущин Н.Г., рентгенолог с 17-летним стажем, рентген-медсестрой – Пестова Е.Я.

Физиотерапевтический кабинет занимал одно помещение площадью 45 кв. м. Начальниками кабинета в разное время работы госпиталя были доктора Петрова А.М., терапевт с 14-летним

¹ Здесь и далее цитаты приведены из данных Центрального архива Министерства обороны (филиал военно-медицинских документов (ЦАМО (филиал ВМД)). Ф. 1056. Оп. 4795. Д.2; Ф. 1056. Оп. 62151. Д.1; Ф. 1056. Оп. 15278. Д.1; Ф. 1056. Оп. 15278. Д.2.

стажем, знающий физиотерапию, Левитанская З.В. Под их руководством в кабинете работали старшая медсестра Коскова А.Н., медсестры Зимина Л.С., Красильникова А.М. и санитарка Тулулева А.П. [2, 15, 55-56].

Кабинет лечебной физкультуры (ЛФК) начал свою работу с августа 1941 г., расположившись в маленькой комнате санпропускника. В штате кабинета числились методисты Голубева А.В., Рингс В.Н., Кереминас С.А., Ломунова В.А. и начальник кабинета доктор Чистосердова А.П. с 16-летним стажем [2, 15, 59-60, 72].

Начальником зубоврачебного кабинета была сначала молодой врач-стоматолог без практической подготовки Щецова Г.А., а в 1943 г. эту должность занимал доктор Брансбург Р.С., эвакуированный из Брянска [4, 80; 2, 15, 16, 82].

Лаборатория занимала одно «светлое, теплое помещение, но тесное и без водопровода». Начальником лаборатории на момент формирования госпиталя была назначена доктор Луканина (*в документах не у всех сотрудников приведены инициалы – Ю.Ч.*), врач с 16-летним опытом, знающая лабораторное дело, а затем её сменила доктор Беленькая, «эвакуированная из Москвы, пожилой, болезненный человек» [2, 80, 82; 4, 15]. Штат был полностью укомплектован квалифицированными лаборантами, что подтверждает характеристика лаборанта Выговской Г.В. как одной из «лучших людей госпиталя» в период с 1 января по 1 июля 1941 г.

Изолятор, рассчитанный на пять коек, располагался на первом этаже в полной изоляции от медицинских отделений. На этом же этаже размещался и санпропускник, занимавший 6 (фактически 5, поскольку в одной комнате позже был открыт кабинет ЛФК) комнат с до-

статочной площадью и освещением. Вход в санпропускник был отдельный, со стороны ул. К. Маркса, куда подходили трамваи и автобусы с больными и ранеными [2, 102-103].

Вещевой склад расположился в трех помещениях: в отдельном помещении при пятом отделении, а также в подвале. Однако этих помещений было недостаточно: отдельное помещение основного склада – маленькое по площади и без столов, так как ставить их было негде, а в проходе стояла швейная машина. Для разгрузки основного склада был устроен дополнительный отсек при пятом отделении – помещение «сухое, но темное» [2, 135-136]. Помещение подвала – без света и вентиляции, ввиду чего хранящиеся там шинели «больных» (*так в источнике – Ю.Ч.*) были влажными и нуждались в частой просушке. «Вопрос о выделении дополнительного помещения для вещевого склада за счет освобождения пединститута комнаты, занятой историческими ценностями, командованием госпиталя неоднократно ставился и перед дирекцией института, и перед горсоветом. Имеется решение последнего об освобождении комнаты, но оно институтом не выполняется», – отмечалось в годовом отчете ЭГ за 1941-1942 годы [2, 135-136].

При организации госпиталя врачебные кадры укомплектовывались хирургами, научными сотрудниками клиник [2, 147] и местных высших учебных заведений, а также ассистентами акушерско-гинекологических клиник. Ведущим хирургом весь период работы ЭГ 1712 был профессор М.С. Знаменский, он же оперировал и в ЭГ №№ 1713, 1719, 2557, 3786, поскольку они были закреплены за головным госпиталем № 1712 [5, 5-8, 14-15]. Перечень начальников отделений и ординаторов госпиталя за все время работы приведен ниже (таблица 1).

Личный состав госпиталя²

На 1941 г.	
<i>Начальники отделений</i>	
1-го отделения	Знаменский М.С., хирург, доцент
2-го отделения	Адзариho Л.И., хирург-клиницист с 6-летним стажем
3-го отделения	Стадлер Ф.В., хирург кандидат медицинских наук
4-го отделения	Андреевская З.М., терапевт-клиницист, с 17-летним стажем
5-го отделения	Демидова Т.С., клиницист с 5-летним стажем
<i>Старшие ординаторы</i>	
1-го отделения	Ульянова А.И., хирург-клиницист с 4-летним стажем
2-го отделения	Воскресенская Г.М., хирург с 14-летним стажем
3-го отделения	Белецкая Н.В., гинеколог с 16-летним стажем
4-го отделения	Борщева Н.А., терапевт с 15-летним клиническим стажем
5-го отделения	Шустер Р.М., хирург- клиницист с 15-летним стажем
<i>Ординаторы</i>	
1-го отделения	Третьякова М.И., терапевт с 7-летним стажем
2-го отделения	Самович, невропатолог с 11-летним стажем
3-го отделения	Максимова З.А., гинеколог с 13-летним стажем
4-го отделения	Туровцева, терапевт с 8-летним стажем
5-го отделения	Смирнова К.С., гинеколог с 10-летним стажем
На 01.07.1942 г.	
<i>Начальники отделений</i>	
1-го отделения	Белецкая Н.В., гинеколог
2-го отделения	Третьякова М.И., терапевт с 7-летним стажем
3-го отделения	Воскресенская Г.М., хирург с 14-летним стажем
4-го отделения	Вольфинзон Р.Г., гинеколог с 16-летним стажем
5-го отделения	Яцак Г.П., гинеколог с 15-летним стажем
<i>Ординаторы</i>	
1-го отделения	Рубцова Е.Г., педиатр с 4-летним стажем; Швецова Г.А., стоматолог выпуска 1941 г.
2-го отделения	Смирнова К.С., гинеколог с 10-летним стажем
3-го отделения	Гладкова А.П., «кожно-венеролог» (так в документе) с 3-летним стажем; Агафонова З.Е., педиатр с 6-летним стажем
4-го отделения	Старцева М.А., педиатр с 4-летним стажем
5-го отделения	Максимова З.А., гинеколог с 16-летним стажем; Варушкина М.А., терапевт с 6-летним стажем; Слепцова Л.Н., врач общей практики, окончившая мединститут в 1941 г.
На 01.01.1943 г.	
<i>Начальники отделений</i>	
1-го отделения	Белецкая Н.В., гинеколог с 16-летним стажем
2-го отделения	Третьякова М.И., терапевт с 7-летним стажем
3-го отделения	Воскресенская Г.М., хирург с 14-летним стажем
4-го отделения	Вольфинзон Р.Г., гинеколог с 16-летним стажем
5-го отделения	Яцак Г.П., гинеколог с 15-летним стажем
<i>Ординаторы</i>	
1-го отделения	Рубцова Е.Г., педиатр с 4-летним стажем; Швецова Г.А., стоматолог выпуска 1941 г.
2-го отделения	Смирнова К.С., гинеколог с 10-летним стажем
3-го отделения	Гладкова А.П., «кожно-венеролог» (так в документе ¹) с 3-летним стажем; Максимова З.А., гинеколог с 16-летним стажем;
4-го отделения	Старцева М.А., педиатр с 4-летним стажем
5-го отделения	Варушкина М.А., терапевт с 6-летним стажем; Слепцова Л.Н., врач общей практики, окончившая мединститут в 1941 г. ; Агафонова З.Е., педиатр с 6-летним стажем
На 01.01.1943 г.	
<i>Начальники отделений</i>	
1-го отделения	Белецкая Н.В., гинеколог с 16-летним стажем
2-го отделения	Яцак Г.П., гинеколог с 15-летним стажем
3-го отделения	Воскресенская Г.М., хирург с 14-летним стажем

² Составлен автором на основании используемых документов

Ординаторы	
1-го отделения	Рубцова Е.Г., педиатр с 4-летним стажем; Старцева М.А., педиатр с 4-летним стажем; Слепцова Л.Н., врач общей практики, окончившая мединститут в 1941 г.
2-го отделения	Арбузова Л.М.
3-го отделения	Гладкова А.П., «кожно-венеролог» (так в документе) с 3-летним стажем

Таким образом, в отчетах о работе госпиталя содержатся материалы, позволяющие получить не только наиболее полные и точные сведения о личном составе, сроках работы и дислокации, но и о личных качествах и внешнем виде сотрудников, внешнем виде и проблемах занимаемых госпиталем помещений, о межличностном взаимодействии.

Коечный состав и профили отделений

Коечный состав госпиталя менялся в течение его работы несколько раз. Первоначально было развернуто 500 коек, из

них 400 – травматологического и 100 – терапевтического отделений. Однако через месяц работы госпиталя терапевтические койки были перепрофилированы в травматологические, а 76 больных этого отделения отправлены на долечивание в госпиталь № 1719. ЭГ №1712 получил профиль травматологического, а с ноября 1941 «с целью лучшего обслуживания больраненых и углубления специализации врачей, каждому отделению был присвоен свой профиль» [2, 6]. До января 1943 года действовали 5 отделений с разными профилями (таблица 2).

Таблица 2.

Количество коек и их специализация³

Период	Практическое количество коек / занятое количество коек	Специализация (профиль)
1941 год		
Июль	500 / 495	На 1.11.1941 г. 130 коек – огнестрельное ранение брюшной полости, ранение крупных суставов, нейрохирургические больраненые 101 койка – огнестрельное ранение бедра 124 койки – огнестрельное ранение грудной клетки и плеча 90 коек – огнестрельное ранение голени и стопы 155 коек – ампутации нижних конечностей
Август	500 / 471	
Сентябрь	600 / 565	
Октябрь	600 / 587	
Ноябрь	600 / 522	
Декабрь	600 / 525	
1942 год		
Январь	600 / 535	На 01.07.1942 г. 152 койки – огнестрельное ранение брюшной полости, ранение крупных суставов, нейрохирургические больраненые 126 коек – огнестрельное ранение бедра 207 коек – огнестрельное ранение грудной клетки и плеча 105 коек – огнестрельное ранение голени и стопы 210 коек – с повреждением пальцев и кисти
Февраль	800 / 782	
Март	800 / 780	
Апрель	800 / 779	
Май	800 / 810	
Июнь	800 / 766	
Июль	800 / нет сведений	
Август	800 / нет сведений	На 12.12.1942 г. 160 коек – тяжелые огнестрельные ранения брюшной полости, ранения крупных суставов, нейрохирургические раненые 11 коек – раненые с огнестрельными переломами бедра 200 коек – раненые с поражением грудной клетки и плеча 105 коек – ранение с повреждением голени и стопы 200 коек – раненые с повреждением предплечья и кисти
Сентябрь	800 / нет сведений	
Октябрь	800 / нет сведений	
Ноябрь	800 / нет сведений	
Декабрь	600 / нет сведений	

³ Составлен автором. В графе «Специализация (профиль)» количество коек может отличаться от практического и занятого количества коек – так в документах.

1943 год		На 14.04.1943
Январь	500 / нет сведений	200 коек – огнестрельные повреждения брюшной полости, коленного сустава, в т. ч. 150 коек – восстановительная хирургия 200 коек – огнестрельный перелом голени 120 коек – огнестрельный перелом бедра
Февраль	500 / нет сведений	
Март	500 / нет сведений	
Апрель	500 / нет сведений	
Май	500 / нет сведений	
Июнь	500 / нет сведений	
Июль	500 / нет сведений	

С начала 1942 года количество коек в госпитале было увеличено до 800, увеличилось и число тяжелораненых. В отчете о работе ЭГ отмечалось: «[Если] В начале года мы получали тяжелообольных 60%, то в последние месяцы указанный процент возрос до 95%, отсюда также вырос спрос и на травматологическую аппаратуру» [2, 14]. Приказом по управлению Эвакопункта (ЭП) № 44 Молотовскому Облздравотделу от 30.11.42 за № 04Р/124 развернутые 40% к общему количеству коек (на 01.02.1942) свернуть, утвердив число штатных коек по ЭГ № 1712 с 05.12.1942 в количестве 600. Фактически приказ был исполнен к 12.12.1942.

7 января 1943 на основании приказа Эвакопункта № 44 и Облздравотдела количество коек в госпитале с 600 снижено до 500, данное сокращение произведено за счет эвакуации раненых в госпитала в пределах ЭП № 44. А уже с 14 апреля 1943 г., согласно приказу Эвакопункта № 44 за № А29/31с, «в целях улучшения специализированной лечебной помощи» [3, 4], из ранее утвержденных 500 обще-

травматологических коек ЭГ №1712 выделены 150 коек для восстановительной хирургии.

Хирургами и ординаторами госпиталя проводилась большая лечебная и научно-исследовательская работа. Только за первый год работы госпиталя были проведены около 900 операций. Из них сделаны отдельными хирургами: Знаменский М.С. – 349, Белецкая Н.В. – 158, Воскресенская Г.М. – 136, Демидова Т.С. – 5, Адзериho Л.И. – 33, Яцак Г.П. – 11, Вольфинзон Р.Г. – 41, Третьякова М.И. – 26, Стадлер Ф.В. – 3; ординаторами: Шустер Р.М. – 32, Варушкина М.А. – 12, Агафонова З.Е. – 2, Слепцова Л.Н. – 6, Максимова З.А. – 14, Старцева М.А. – 2, Ульянова А.И. – 21, Швецова Г.А. – 2, Рубцова Е.Г. – 6, Гладкова А.П. – 4, Смирнова К.С. – 34, Королева – 4.

В отчете также приведены иллюстрации, отражающие различные аспекты. Например, составлена круговая диаграмма по итогам лечения в госпитале, в которой содержатся сведения о численности выздоровевших и умерших (рис.1).



Рис. 1. Итоги лечения по ЭГ № 1712 с 01.07.1942 по 01.01.1943 гг. (ЦАМО (филиал ВМД)). Ф.1056. Оп.15278. Д.2. Л.13)

Данные о коечном составе и профилях отделений позволяют получить сведения о медицинской стороне работе госпиталя и могут быть использованы в качестве источников для исследований по истории медицины или биографии отдельных специалистов.

Спортивная и культурно-массовая жизнь в госпитале

Помимо медицинского лечения в эвакуационных госпиталях велась большая работа по организации досуга и адаптации больных с тяжелыми ранениями. В отчетах о работе госпиталя этому уделено несколько разделов, а также приложен

отдельный отчет о партийно-политической работе замполита. О значимости физических нагрузок для выздоровления проходящих лечение солдат и офицеров говорят данные за период работы ЭГ № 1712 с 01.07.1941 по 01.07.1943. В госпитале работал кабинет лечебной физкультуры, все необходимое оборудование и инвентарь кабинета были предоставлены шефствующими организациями (добровольно-спортивное общество «Динамо» и завод имени Сталина). В сентябре-октябре месяце физкультурный актив спортивного общества «Динамо» включился в активное проведение утренней гигиенической гимнастики (рис. 2).



Рис. 2. Занятия гимнастикой в ЭГ № 1712.
(ЦАМО (филиал ВМД). Ф. 1056. Оп. 4795. Д.2. Л. 64)

Работал шахматно-шашечный кружок и проводились турниры, в 1941-1942 гг. было организовано 10 шахматных турниров, 12 – шашечных. Во дворе проводились различные занятия – в июле 1941 года проведен розыгрыш по волейболу между командами отделений, в котором приняли участие 30 человек; в марте 1943 года команда из «больнораненых» и сотрудников (40 человек) принимала участие в профсоюзном кроссе и показала следующие результаты: легкая атлетика – 1 место,

метание гранаты – 4 место. Также принимали участие в межгоспитальных соревнованиях по волейболу. В зимнее время сад института использовался для лыжной тренировки. Зимой 1943 года команда выздоравливающих раненых принимала участие в областном межгоспитальном лыжном пробеге, заняв 1 место среди соревнующихся. Эта же команда была направлена в г. Свердловск для участия в межобластных соревнованиях, заняв там 2 место.

В госпитале практиковалась трудотерапия, которая вошла в практику с конца 1941 г. Формы трудотерапии: помощь выздоравливающих «больных» по уходу за тяжелобольными, участие в раздаче пищи по отделениям, дежурства на пищеблоке, работа на подсобном хозяйстве, работа в мастерских – сапожной и портняжной. За первый год работы госпиталя (1941-1942) было «трудообучено» 109 человек, из них 4 сапожника, 24 счетовода, 25 портных, 19 телеграфистов и еще 59 продолжали обучение на телеграфистов.

Особое внимание уделялось культурно-массовой работе. В отчетах содержится информация, что в 1941-1942 гг. в госпитале были организованы «кружки самодеятельности, но широкого размаха не получили ввиду отсутствия руководителя: драмкружок, струнный кружок. Всего участвовало 50 человек, из личного состава 5, 35-38 из состава больных». Проведено 10 вечеров самодеятельности и два выезда в другие госпитали». Было проведено 126 концертов «артистами гостеатра оперы и балета, драмтеатра, клуба им. Толмачева завода им. Сталина». Организовано 250 киносеансов для ходячих больных и 60 – по желанию лежачих больных. Практиковались «массовые выходы выздоравливающих больных в театры, в музей, в зверинец, состоялось уже 7 выходов, охвачено 200 человек» [2, 120]. В госпитале выпускались общегоспитальные стенгазеты и стенгазеты по отделениям.

О шефской помощи госпиталю различных организаций написано немало работ, многочисленные воспоминания и статьи в газетах посвящены этому вопросу [6; 9], однако сведения из отчета госпиталя позволяют узнать новые данные об оказываемой помощи. Например, помимо общеизвестного факта, что шефские организации помогали ухаживать за

больными и организовывали досуг, выяснилось следующее: «Для оказания помощи по уходу за больными было прикреплено шефами с 01.01.1942 10 человек, которые посещали госпиталь в строго установленном начальниками отделений время. Средняя ежедневная посещаемость составляет 40-50 человек. Кроме ухода за тяжело больными, общественники помогли: по вывозке дров, проводят работу на кухне (готовят овощи в пищу, моют посуду, помогают работе аптеки, проводят читку художественной литературы в палатах, частично участвуют в постановке концертов, в организации кружков самодеятельности). Педагогический институт до настоящего времени оказывает помощь в пропагандистской работе, выделяя квалифицированных лекторов для проведения лекций, обеспечивает преподавательским составом кружки больных по изучению немецкого языка. Кроме того, в декаду раз [руководство педагогического института] выделяют 50-60 студентов для хозяйственных работ, починки белья и другие работы. Ими пополнена библиотека на 500 книг. Книги собраны среди сотрудников и студентов. Оказывают помощь в переноске раненых при эвакуации и приемах. Всю шефскую работу возглавляет профессор Боголюбов. К Октябрьским торжествам были преподнесены подарки и на Новый год их силами организованы елки. Работа пединститута, как шефа, хорошая. Завод им. Сталина раскрепил по палатам и выделил 120 человек общественниц, которые работают в госпитале на различных работах, [их деятельность] заключается в том, что они помогают сестрам палат в их работе: мытье больных, уборка помещений, беседы с больными, читка газет, написать письмо и другие работы» [2, 125-126; 4, 117]. Интерес вызывает информация и о других аспектах шефской помощи. «В период организации госпиталя шефы – завод

им. Сталина и Педагогический институт – много помогли в оборудовании помещения, в создании уюта (предоставлена мягкая мебель, ковры, шторы, салфетки и т.п.). В хозяйственном отношении завод им. Сталина оказал большую помощь по ремонту здания, покраске кроватей, по ремонту электроавтоклава, автотранспорта, обеспечивая консультацию по ряду вопросов высококвалифицированными специалистами-инженерами» [2, 125-126; 4, 117]. Таким образом, шефская деятельность охватывала самый широкий спектр нужд госпиталя – от хозяйственно-бытовых вопросов до организации занятий и лекций.

Выводы

Изучение документов отдельных госпиталей позволяет не только отразить деятельность конкретного медицинского учреждения, но и расширить знания о работе военной медицины в годы Великой Отечественной войны в целом.

Информация, содержащаяся в годовых и полугодовых отчетах эвакуационных госпиталей, отражает точные сроки дислокации и работы госпиталя, сведения об объединениях, переименованиях госпиталей и их частей, о личном составе (с указанием дополнительных сведений, в том числе личных характеристик), подробные сведения о медицинской работе (работе отделений по профилям, проведенных операциях, действовавших подразделениях, обучении, курсах и конференциях для медицинских работников), об изменениях в коечном составе. Отдельные разделы отчета позволяют ознакомиться с не медицинской деятельностью – спортивной, трудовой и культурно-массовой работой, ранее практически не отраженной в литературе, посвященной истории эвакогоспиталей. Отдельным источником информации выступают приложения – фотографии и рисунки (схемы, диаграммы) к отчету, которые могут послужить базой для новых исследований.

Библиографический список

1. Центральный архив Министерства обороны (филиал военно-медицинских документов. (ЦАМО (филиал ВМД)). Ф. 1056. Оп. 4795. Д.2
2. Центральный архив Министерства обороны (филиал военно-медицинских документов. (ЦАМО (филиал ВМД)). Ф. 1056. Оп. 62151. Д.1
3. Центральный архив Министерства обороны (филиал военно-медицинских документов. (ЦАМО (филиал ВМД)). Ф. 1056. Оп. 15278. Д.1
4. Центральный архив Министерства обороны (филиал военно-медицинских документов. (ЦАМО (филиал ВМД)). Ф. 1056. Оп. 15278. Д.2
5. Пермский государственный архив социально-политической истории (ПермГАСПИ). Ф. 105. Оп. 8. Д. 95
6. Пермский государственный архив социально-политической истории (ПермГАСПИ). Ф. 105. Оп. 8. Д. Л. 59.
7. *Балицкая М.* По пути эвакогоспиталя № 1719. – Тирасполь: ЗАО «Типар», 2017. – 192 с.
8. *Демина И.В.* Для нашего госпиталя тяжел был вопрос с водой»: о работе эвакогоспиталя №3951 г. Молотова (к 76-летию Победы в Великой Отечественной войне) // Сайт Государственного архива Пермского края. URL: <http://www.archive.perm.ru/about/news/dlya-nashego-gospitalya-tyazhel-byl-vopros-s-vodoy-o-rabote-evakogospitalya-3951-g-molotova-k-76-let/> (дата обращения: 10.04.2024)
9. «За жизнь – спасибо! И исцеление души...»: сборник статей участников пермской краевой поисково-краеведческой экспедиции школьников / Уполномоченный по правам человека в Пермском крае; ответственный редактор: Миков П.В. – Пермь, 2020. – 156 с.
10. *Новиков А.И.* Рентгенологическая служба Прикамья в годы Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.) /А. И. Новиков, З. А. Коренчук, И. Б. Смирнова; под общ. ред. М. А. Гачегова. – Пермь: АНО ДПО ПермИПК РЗ, 2022. – 126 с.
11. *Новиков А.И.* История рентгенографии Прикамья. – Пермь: [б.и.], 1998. – 18 с.

12. Пермский край в Великой Отечественной войне 1941 – 1945 гг.: энциклопедия / авт.-сост. Волкова Т.С., Тетерин В.И., Хованская А.В., Шувалова Ю.Б., Ярома Ю.В. – Пермь, 2020. – 800 с.
13. Портал «Эвакогоспитали и медицина в Молотовской области в годы Великой Отечественной войны» // Сайт Пермского государственного архива социально-политической истории. URL: <https://www.permgaspi.ru/evakogospitali-i-meditsina-v-molotovskoj-oblasti-v-gody-velikoj-otechestvennoj-vojny.html> (Дата обращения: 29.07.2025)
14. Русский архив: Великая Отечественная: Приказы Народного комиссара обороны СССР (1943 – 1945 гг.). – Т. 13(2 – 3) – М.: ТЕРРА, 1997. – 456 с.
15. *Смекалов А.В., Чигарева Н.Г., Юрко В.И.* Уникальное хранилище военно-медицинских документов // Военно-исторический журнал. 2007. №1. С.58-60.
16. Уральская кузница Победы: город Молотов и его жители в годы Великой Отечественной войны: материалы науч.-практ. конф. (Пермь, 19 ноября 2020 г.). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – 350 с.
17. *Шуриханова Е.П.* Деятельность госпиталей г. Усолья в период Великой Отечественной войны (1941 – 1945 гг.) [Электронный ресурс] – URL: <https://museum-berezniki.ru/nauchno-issledovatel'skaja-rabota/deyatelnost-gospitalej-g-usolja-v> (дата обращения: 10.04.2024)

FROM THE HISTORY OF EVACUATION HOSPITAL №1712

Chernysheva Y.S.

Institute of Humanitarian Studies UB RAS

For citation:

Chernysheva Y.S. From the history of evacuation hospital №1712 // Perm Federal Research Center Journal. – 2025. – № 3. – P. 89–99. <https://doi.org/10.7242/2658-705X/2025.3.6>

This article uses the example of evacuation hospital (EH) № 1712, which operated in Molotov (now Perm) in the period 1941-1943, to give the information contained in annual and semi-annual reports on the work of EH during the war. General information is provided on the operation of the hospital, occupied buildings and the timing of deployment in the city. A detailed description of the evacuation hospital's activities is given, the names and positions of some EH personnel are indicated, information about their work and the work of the hospital as a whole, and some problems that the personnel and the wounded encountered.

The work is based on materials from the branch of the Central Archive of the Ministry of Defense of the Russian Federation (Branch of military medical documents, St. Petersburg), the Perm State Archive of Social and Political History. The sources include semi-annual reports and the final report of EH № 1712, orders and instructions of the People's Commissariat of Health of the USSR, the People's Commissar of Defense of the USSR (Medical and Sanitary service) and the Local Evacuation Center № 44 (Molotov). A significant part of the cited sources are introduced into scientific circulation for the first time.

Keywords: evacuation hospital, the Great Patriotic War, military medicine, Molotov.

Сведения об авторе

Чернышева Юлия Сергеевна, научный сотрудник, Институт гуманитарных исследований УрО РАН – филиал Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН («ИГИ УрО РАН»), 614013, г. Пермь, ул. Генкеля, д. 4; e-mail: yulyachernysheva99@gmail.com

Материал поступил в редакцию 04.08.2025