

МЕЖДУНАРОДНЫЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Научное периодическое издание

№ 3
(июль-сентябрь)
2026 год



Учредитель: доктор юридических наук, профессор Грудцына Л.Ю.

Издатель: Юридическое издательство «Юркомпани»

Журнал выходит с 2025 г., включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и зарегистрирован в Научной электронной библиотеке eLIBRARY.RU.

Выходит один раз в три месяца

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
(Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС 77-54664 от 9 июля 2013 г.)

Адрес офиса редакции: 121596, г. Москва, ул. Горбунова, д. 2, стр. 3. Офис Б 218. Этаж 2.
Бизнес-центр “Гранд Сетунь Плаза”.

Для писем: 121614, г. Москва, ул. Крылатские Холмы, д. 28, к. 57.

Home page: <https://academic.law-books.ru>

E-mail: editor@law-books.ru

Многоканальный (по России): +8-800-700-45-88

WhatsApp: +7-926-125-33-23

МЕЖДУНАРОДНЫЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Научное периодическое издание

Научно-правовой журнал «Международный академический журнал» - ежеквартальное научно-правовое сетевое издание, посвященное теоретическим и практическим проблемам конституционного (государственного) права, гражданского права, международного права, международного правотворчества, изучению проблем теории и истории государства и права, актуальным вопросам государственно-правовых наук, а также обязательственному и корпоративному праву, вопросам взаимодействия международного публичного и международного частного права.

Главный редактор: Сангаджиев Бадма Владимирович

Первый заместитель главного редактора

(координатор региональных представительств): Гандалоев Руслан Баширович

Заместитель главного редактора: Шайхуллин Марат Селирович

Председатель Редакционного совета: Иванова Светлана Анатольевна

Корректор: Дребезгова Юлия Дмитриевна

Компьютерная верстка: Ерошина Екатерина Андреевна

Дизайн: Ерцев Роман Александрович

Научные специальности журнала:

5.1.1. Теоретико-исторические
правовые науки.

5.1.2. Публично-правовые
(государственно-правовые) науки.

5.1.3. Частно-правовые (цивилистические)
науки.

5.1.5. Международно-правовые науки.

Scientific specialties of the journal:

5.1.1. Theoretical and historical legal sciences.

5.1.2. Public law (state-legal) sciences.

5.1.3. Private legal (civilistic) sciences.

5.1.5. International legal sciences.

При использовании опубликованных материалов ссылка на научно-периодическое издание «Международный академический журнал» обязательна. Материалы, опубликованные в журнале, могут быть размещены в электронных правовых базах и справочных системах.

Все присланные рукописи проходят обязательное рецензирование.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОВЕТ

- **Арройо Эна Росьо Карнеро**— Ph.D., Professor (Перу), заведующий кафедрой политических и публично-правовых наук юридического факультета Национального университета Трухильо
- **Безерра Феликс Валуа Гуара**— Juris Doctor (Бразилия), директор стратегических программ и деятельности Секретариата планирования и модернизации государственного управления штата Токантинс.
- **Велиев Исахан Вейсал оглы**— доктор юридических наук, профессор (Азербайджанская Республика)
- **Деян Вучетич**— доктор юридических наук, доцент кафедры публично-правовых наук юридического факультета Университета г. Ниш (Сербия)
- **Джун Гуан**— проф., зам. декана Института экономики и бизнес-администрирования, Пекинский технологический университет (Китай)
- **Лаи Дешенг**— проф., декан Института экономики и бизнес-администрирования, Пекинский технологический университет (Китай)
- **Марек Вочозка**— проф., ректор Института технологий и бизнеса Высшей школы техники и экономики (Чехия)
- **Нематов Акмал Рауфджонович**— доктор юридических наук, доцент, заведующий отделом теоретических проблем современного государства и права Института философии, политологии и права Академии наук Республики Таджикистан (Таджикистан)
- **Она Гражина Ракаускиене**— проф., Университет им. Миколаса Ромериса (Литва)
- **Предраг Димитриевич**— доктор юридических наук, профессор административного права, декан юридического факультета Университета г. Ниш (Сербия)
- **Тепман Леонид Наумович**— доктор экономических наук, профессор (Дом ученых г. Хайфа. Израиль)
- **Чирич Александр**— доктор юридических наук, профессор международного торгового права, заведующий кафедрой торгового права юридического факультета Университета г. Ниш (Сербия)

INTERNATIONAL COUNCIL

- **Arroyo Ena Rosio Carnero** — Ph.D., Professor (Peru), Head of the Department of Political and Public Legal Sciences, Faculty of Law, National University of Trujillo
- **Bezerra Félix Valois Guara** — Juris Doctor (Brazil), Director of Strategic Programs and Activities of the Secretariat for the Planning and Modernization of Public Administration of the State of Tocantins
- **Veliyev Isakhan Veysal oglu** — Doctor of Law, Professor (Republic of Azerbaijan)
- **Dejan Vucetich** — Doctor of Law, Associate Professor, Department of Public Legal Sciences, Faculty of Law, University of Niš (Serbia)
- **Jun Guang** — Professor, Deputy Dean of the Institute of Economics and Business Administration, Beijing University of Technology (China)
- **Lai Desheng** — prof., Dean, Institute of Economics and Business Administration, Peking University of Technology (China)
- **Marek Vochozka** — Professor, Rector of the Institute of Technology and Business of the Higher School of Technology and Economics (Czech Republic)
- **Nematov Akmal Raufdzhonovich** — Doctor of Law, Associate Professor, Head of the Department of Theoretical Problems of the Modern State and Law of the Institute of Philosophy, Political Science and Law of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan (Tajikistan)
- **Ona Gražina Rakauskienė** — Professor, Mykolas Romeris University (Lithuania)
- **Predrag Dimitrijevic** — Doctor of Law, Professor of Administrative Law, Dean of the Faculty of Law, University of Niš (Serbia)
- **Tepman Leonid Naumovich** — Doctor of Economics, Professor (House of Scientists of Haifa. Israel)
- **Čirić Aleksandar** — Doctor of Law, Professor of International Trade Law, Head of the Department of Trade Law, Faculty of Law, University of Niš (Serbia)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель: **С.А. Иванова** — доктор юридических наук, профессор, профессор Департамента Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, эксперт РАН, Почетный адвокат России

• **Ж.А. Бокоев** — кандидат юридических наук, доцент кафедры конституционного и административного права юридического факультета Кыргызского национального университета имени Жусупа Баласагына, Член Совета по судебной реформе при президенте Кыргызской Республики

• **А.П. Галоганов** — доктор юридических наук, Заслуженный юрист России, президент Адвокатской палаты Московской области, президент Федерального союза адвокатов России, вице-президент Международного союза (содружества) адвокатов

• **В.Н. Жуков** — доктор юридических наук, доктор философских наук, профессор, профессор кафедры теории государства и права и политологии юридического факультета Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, главный научный сотрудник сектора философии права, истории и теории государства и права Института государства и права Российской академии наук

• **С.Д. Каракозов** — доктор педагогических наук, профессор, проректор, директор Института математики и информатики Московского педагогического государственного университета

• **В.В. Комарова** — доктор юридических наук, профессор, заведующая кафедрой конституционного и муниципального права РФ Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА)

• **Г.Б. Мирзоев** — доктор юридических наук, профессор, президент Гильдии российских адвокатов, ректор Российской академии адвокатуры и нотариата, академик РАЕН, Почетный доктор Бридчпортского Университета (США), Почётный доктор философии университета «EuroSwiss»

• **Р.М. Мырзалимов** — доктор юридических наук, профессор кафедры конституционного и административного права юридического факультета Кыргызского национального университета имени Жусупа Баласагына, Член Редакционного совета Вестника Конституционной палаты Верховного суда Кыргызской Республики

• **Н.К. Потоцкий** — доктор юридических наук, профессор, профессор Института международного права и экономики имени А.С. Грибоедова

• **К.Х. Рахимбердин** — доктор юридических наук, председатель правления Палаты юридических консультантов Восточно-Казахстанской области, профессор кафедры уголовного права и уголовного процесса ВКГУ им. С. Аманжолова, обладатель звания «Лучший преподаватель вуза» Министерства образования и науки Республики Казахстан (2007 г., 2013 г.).

• **Б.С. Эбзеев** — доктор юридических наук, профессор, судья Конституционного Суда РФ (в отставке), член ЦИК России

• **Н.Д. Эриашвили** — доктор экономических наук, кандидат юридических наук, кандидат исторических наук, профессор, профессор кафедры гражданско-правовых дисциплин Академии Генеральной прокуратуры РФ, профессор кафедры предпринимательского и трудового права Института государственного управления и права Государственного университета управления.

EDITORIAL BOARD

Chairman: **S.A. Ivanova** — Doctor of Law, Professor, Professor of the Department of Finance University under the Government of the Russian Federation, Expert of the Russian Academy of Sciences, Honorary Lawyer of Russia

• **Zh.A. Bokoev** — Candidate of Legal Sciences, Associate Professor of Constitutional and Administrative Law, Faculty of Law, Zhusup Balasagyn Kyrgyz National University, Member of the Council on Judicial Reform under the President of the Kyrgyz Republic

• **A.P. Haloganov** — Doctor of Law, Honored Lawyer of Russia, President of the Moscow Region Bar, President of the Federal Union of Lawyers of Russia, Vice President of the International Union (Commonwealth) of Lawyers

• **V.N. Zhukov** — Doctor of Law, Doctor of Philosophy, Professor, Professor, Department of State Theory and Law and Political Science, Faculty of Law, Lomonosov Moscow State University, Chief Researcher, Philosophy of Law, History and State Theory and Law, Institute of State and Law, Russian Academy of Sciences

• **S.D. Karakozov** — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Vice-Rector, Director of the Institute of Mathematics and Informatics of Moscow Pedagogical State University

• **V.V. Komarova** — Doctor of Jurisprudence, Professor managing Department of the Constitutional and Municipal Right of the Russian Federation of the Moscow State Legal University of O.E. Kutafin (MSAL)

• **R.M. Myrzalimov** — Doctor of Law, Professor, Department of Constitutional and Administrative Law, Faculty of Law, Zhusup Balasagyn Kyrgyz National University, Member of the Editorial Council of the Bulletin of the Constitutional Chamber of the Supreme Court of the Kyrgyz Republic

• **N.K. Pototsky** — Doctor of Law, Professor, Professor of the A.S. Griboedov Institute of International Law and Economics

• **K.Kh. Rakhimberdin** — Doctor of Law, Chairman of the Board of the Chamber of Legal Advisors of the East Kazakhstan Region, Professor of the Department of Criminal Law and Criminal Procedure, VKSU named after S. Amanzholova, holder of the title «Best University Teacher» of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (2007, 2013)

• **B.S. Ebzeev** — Doctor of Law, Professor, Judge of the Constitutional Court of the Russian Federation (retired), Member of the CEC of Russia

• **N.D. Eriashvili** — Doctor of Economics, Candidate of Legal Sciences, Candidate of Historical Sciences, Professor, Professor of the Department of Civil Law Disciplines of the Academy of the General Prosecutor's Office of the Russian Federation, Professor of the Department of Entrepreneurial and Labor Law of the Institute of Public Administration and Law of the State University of Management

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор: **Б.В. Сангаджиев**, доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой конституционного и международного права ФГБОУ ВО «Всероссийский государственный университет юстиции (РПА Минюста России)»

Первый заместитель главного редактора: **М.С. Шайхуллин**, доктор юридических наук, доцент, руководитель Центра государственно-правовых исследований Евразийского научно-исследовательского института проблем права

Заместитель главного редактора: **В.Б. Рыжов**, кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры государственного и муниципального управления Института социально-гуманитарного образования Московского педагогического государственного университета

• **Е.В. Алферова** — кандидат юридических наук, заведующая отделом правоведения Института научной информации по общественным наукам РАН

• **Е.Г. Багреева** — доктор юридических наук, профессор, профессор Департамента правового регулирования экономической деятельности ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

• **А.В. Барков** — доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры гражданского права Саратовской государственной юридической академии, Заслуженный юрист России.

• **Н.И. Беседкина** — кандидат юридических наук, доцент, доцент Департамента правового регулирования экономической деятельности Финансового университета при Правительстве Российской Федерации

• **Е.В. Богданов** — доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры гражданско-правовых дисциплин Российского экономического Университета им. Г.В. Плеханова.

• **О.Н. Булаков** — доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой конституционного и международного права Российского государственного гуманитарного Университета

• **Е.В. Воевода** — доктор педагогических наук, доцент, заведующая кафедрой педагогики и психологии, профессор кафедры английского языка № 2 Московского государственного института международных отношений (Университета) МИД России

• **А.В. Гаврилин** — доктор педагогических наук, профессор, действительный член АПСН, заведующий кафедрой теории и методики воспитания Владимирского института развития образования им. Л.И. Новиковой

• **М.А. Гончаров** — доктор педагогических наук, доцент, директор Института «Высшая школа образования», профессор кафедры педагогики Института «Высшая школа образования» Московского педагогического государственного университета

• **С.А. Гримальская** — кандидат юридических наук, доцент Департамента правового регулирования экономической деятельности ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

• **И.В. Дойников** — доктор юридических наук, профессор, профессор Московского городского университета управления Правительства Москвы

• **А.А. Дорская** — доктор юридических наук, профессор, заведующая кафедрой международного права Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена

• **В.Б. Израелян** — кандидат юридических наук, доцент, доцент кафедры юриспруденции

Московского городского университета управления Правительства Москвы, ведущий научный сотрудник Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации

• **А.С. Кагосян** — доктор педагогических наук, профессор, директор Академического колледжа Международного инновационного университета (г. Сочи), Почетный работник среднего профессионального образования РФ

• **Р.А. Каламкарян** — доктор юридических наук, профессор, ведущий научный сотрудник сектора международно-правовых исследований Института государства и права Российской академии наук, профессор кафедры международного права Российского университета дружбы народов

• **Н.В. Кроткова** — кандидат юридических наук, ведущий научный сотрудник сектора конституционного права и конституционной юстиции Института государства и права Российской академии наук, заместитель главного редактора журнала «Государство и право»

• **З.И. Курцева** — доктор педагогических наук, доцент, профессор кафедры риторики и культуры речи Института философии Московского педагогического государственного университета

• **А.Н. Левушкин** — доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры предпринимательского и корпоративного права Московского государственного юридического университета имени О.Е. Кутафина, профессор кафедры гражданского права Российского государственного университета правосудия.

• **В.С. Меськов** — доктор философских наук, профессор, профессор кафедры педагогики Института «Высшая школа образования» Московского педагогического государственного университета

• **А.Х. Миндагулов** — доктор юридических наук, профессор (Республика Казахстан)

• **В.О. Мионов** — доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры «Государственное право и управление таможенной деятельностью» Владимирского государственного университета им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

• **Ю.В. Николаева** — доктор юридических наук, профессор, профессор Департамента правового регулирования экономической деятельности Финансового университета при Правительстве РФ

• **А.В. Рогова** — доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры педагогики психолого-педагогического факультета Забайкальского государственного университета, член Научного Совета по проблемам истории образования и педагогической науки при Институте теории и истории педагогики РАО, Заслуженный учитель Российской Федерации, Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации

• **Б.В. Сангаджиев** — доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой конституционного и международного права ФГБОУ ВО «Всероссийский государственный университет юстиции (РПА Минюста России)»

• **Н.В. Семенова** — доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры педагогики Педагогического института Тихоокеанского государственного университета, Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации

• **А.Б. Синельников** — доктор социологических наук, профессор, профессор кафедры социологии семьи и демографии социологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

• **Д.П. Стригунова** — доктор юридических наук, доцент, доцент кафедры международного и интеграционного права Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

• **В.Н. Ткачев** — доктор юридических наук, профессор, Заслуженный юрист России, профессор кафедры гражданско-правовых дисциплин Российского экономического Университета им. Г.В. Плеханова

• **Н.Е. Толстая** — доктор философских наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, ректор Сергиево-Посадского гуманитарного института

• **А.Г. Тюриков** — доктор социологических наук, профессор, профессор Департамента социологии ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации»

• **М.С. Халиков** — доктор социологических наук, профессор, профессор кафедры управления персоналом Института государственной службы и управления Российской академии народного хозяйства и государственной службы

• **Х.С. Шагбанова** — доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры философии, иностранных языков и гуманитарной подготовки сотрудников органов внутренних дел ФГКУ ДПО «Тюменский институт повышения квалификации сотрудников МВД России», член–корреспондент РАЕН

• **Г.Г. Шинкарецкая** — доктор юридических наук, главный научный сотрудник сектора международного права Института государства и права РАН, член Совета по международному праву при Министерстве иностранных дел Российской Федерации

EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief: **B.V. Sangadzhiev**, Doctor of Law, Professor, Head of the Department of Constitutional and International Law, All-Russian State University of Justice
(RPA of the Ministry of Justice of Russia)

First Deputy Chief Editor: **M.S. Shaikhullin**, Doctor of Law, Associate Professor, Head of the Center for State Legal Research of the Eurasian Research Institute of Law Problems

Deputy Editor-in-Chief: **V.B. Ryzhov**, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor, Department of State and Municipal Administration, Institute of Social and Humanitarian Education,
Moscow Pedagogical State University

- **E.V. Alferova** — Candidate of Legal Sciences, Head of the Department of Law of the Institute of Scientific Information in the Social Sciences of the Russian Academy of Sciences
- **E.G. Bagreeva** — Doctor of Law, Professor, Professor, Department of Legal Regulation of Economic Activities of FSOBU VO «Financial University under the Government of the Russian Federation»
- **A.V. Barkov** — Doctor of Law, Professor, Professor of the Department of Civil Law of the Saratov State Law Academy, Honored Lawyer of Russia.
- **N.I. Besedkina** — Candidate of Legal Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Legal Regulation of Economic Activities of the Financial University under the Government of the Russian Federation
- **E.V. Bogdanov** — Doctor of Law, Professor, Professor of the Department of Civil Law Disciplines of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov
- **O.N. Bulakov** — Doctor of Law, Professor, Head of the Department of Constitutional and International Law of the Russian State University for the Human
- **E.V. Voevoda** — Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Pedagogy and Psychology, Professor of the Department of English No. 2 of the Moscow State Institute of International Relations (University) of the Russian Ministry of Foreign Affairs
- **A.V. Gavrilin** — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Full Member of the APSN, Head of the Department of Theory and Methods of Education of the Vladimir Institute for the Development of Education named after L.I. Novikova
- **M.A. Goncharov** — Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Director of the Institute «Higher School of Education,» Professor of the Department of Pedagogy of the Institute «Higher School of Education» of Moscow Pedagogical State University
- **S.A. Grimalskaya** — Candidate of Legal Sciences, Associate Professor of the Department of Legal Regulation of Economic Activities of FSOBU VO «Financial University under the Government of the Russian Federation»
- **I.V. Doinikov** — Doctor of Law, Professor, Professor, Moscow City University of Management of the Moscow Government
- **A.A. Dorskaya** — Doctor of Law, Professor, Head of the Department of International Law of the Russian State Pedagogical University named after A.I. Herzen
- **V.B. Israelyan** — Candidate of Legal Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Jurisprudence, Moscow City University of Management of the Moscow Government, Leading Research Fellow at the Institute of Legislation and Comparative Law under the Government of the Russian Federation

- **A.S. Kagosyan** — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Director of the Academic College of the International Innovation University (Sochi), Honorary Worker of Secondary Professional Education of the Russian Federation
- **R.A. Kalamkaryan** — Doctor of Law, Professor, Leading Researcher in the International Legal Research Sector of the Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of International Law of the Russian University of Peoples' Friendship
- **N.V. Krotkova** — Candidate of Legal Sciences, Leading Researcher in the Sector of Constitutional Law and Constitutional Justice of the Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences, Deputy Editor-in-chief of the journal «State and Law»
- **Z.I. Kurtseva** — Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor of Department of Rhetoric and the Standard of Speech of Institute of philosophy of the Moscow pedagogical state university
- **A.N. Levushkin** — Doctor of Law, Professor, Professor of the Department of Entrepreneurial and Corporate Law of the Moscow State Law University named after O.E. Kutafin, Professor of the Department of Civil Law of the Russian State University of Justice
- **V.S. Meskov** — Doctor of Philosophy, Professor, Professor, Department of Pedagogy, Institute «Higher School of Education» of Moscow Pedagogical State University
- **A.Kh. Mindagulov** — Doctor of Law, Professor (Republic of Kazakhstan)
- **V.O. Mironov** — Doctor of Law, Professor, Professor of the Department of State Law and Customs Management of Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletovs
- **Yu.V. Nikolaeva** — Doctor of Law, Professor, Professor of the Department of Legal Regulation of Economic Activities of the Financial University under the Government of the Russian Federation
- **A.V. Rogova** — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Pedagogy of the Psychological and Pedagogical Faculty of Transbaikal State University, member of the Scientific Council on the Problems of the History of Education and Pedagogical Science at the Institute of Theory and History of Pedagogy RAO, Honored Teacher of the Russian Federation, Honorary Worker of Higher Professional Education
- **B.V. Sangadzhiev** — Doctor of Law, Professor, Head of the Department of Constitutional and International Law, All-Russian State University of Justice (RPA of the Ministry of Justice of Russia)
- **N.V. Semenova** — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor, Department of Pedagogy, Pedagogical Institute of Pacific State University, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation
- **A.B. Sinelnikov** — Doctor of sociological sciences, professor, professor, Department of sociology of the family and demography, sociological faculty, Lomonosov Moscow State University
- **D.P. Strigunova** — Doctor of Law, Associate Professor, Associate Professor of International and Integration Law of the Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation
- **V.N. Tkachev** — Doctor of Law, Professor, Honored Lawyer of Russia, Professor of the Department of Civil Law Disciplines of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov
- **N.E. Tolstaya** — Doctor of Philosophy, Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Rector of the Sergiev Posad Humanitarian Institute
- **A.G. Tyurikov** — Doctor of Sociological Sciences, Professor, Professor of the Department of sociology, FSOBU VO «Financial University under the Government of the Russian Federation»
- **M.S. Khalikov** — Doctor of Sociological Sciences, Professor, Professor of the Department of Personnel Management, Institute of Public Service and Management, Russian Academy of National Economy and Public Service
- **H.S. Shagbanova** — Doctor of Philology, Associate Professor, Professor of the Department of Philosophy, Foreign Languages and Humanitarian Training of Employees of the Internal Affairs Bodies

of the Tyumen Institute of Advanced Training of Employees of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences

- **G.G. Shinkaretskaya** — Doctor of Law, Chief Researcher, International Law Sector, Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences, Member of the Council on International Law at the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation

ПОРЯДОК РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

1. Автор научной статьи (студент, аспирант, адъюнкт) представляет оформленную рецензию (отзыв) научного руководителя/консультанта, содержащую рекомендацию статьи к публикации в журнале, либо предоставляет выписку из решения кафедры (научного подразделения), где выполнялась работа, содержащую рекомендацию статьи к публикации в журнале.

2. Рецензия должна содержать квалифицированный анализ материала статьи, объективную и аргументированную оценку ее материала и обоснованные рекомендации по возможному улучшению качества представленной работы. Рецензент оценивает основные достоинства и недостатки рукописи статьи, руководствуясь при этом следующими критериями: соответствие содержания статьи профилю журнала, актуальность избранной темы, научный и методологический уровень, использование необходимых методик исследования, новизна и оригинальность основных положений и выводов, практическая полезность.

3. Представленная автором научная статья рецензируется экспертом редакционной коллегии журнала (доктором, кандидатом наук) в форме экспертной анкеты, утвержденной редакционной коллегией. Экспертиза носит закрытый характер, рецензия в форме экспертной анкеты предоставляется автору статьи по его письменному запросу, а также по соответствующему запросу в ВАК, без подписи и указания фамилии, должности, места работы рецензента.

4. Срок подготовки рецензии экспертом редакционной коллегии журнала устанавливается по согласованию с рецензентом, но не может превышать 5 рабочих дней с момента поступления рукописи к рецензенту. Рецензент вправе отказаться от рецензирования в течение одной недели с момента поступления рукописи к нему и уведомить об этом редакционную коллегию журнала.

5. Окончательное решение о принятии статьи автора и размещении ее в одном из номеров журнала принимается на заседании редакционной коллегии журнала либо главным редактором журнала.

6. По результатам рецензирования могут быть приняты следующие решения:

а) рекомендовать принять рукопись к публикации;

б) рекомендовать принять рукопись к публикации с внесением технической правки;

в) рекомендовать принять рукопись к публикации после устранения автором (авторами) замечаний рецензента, с последующим направлением на повторное рецензирование тому же рецензенту (при рекомендации сокращения или переработки рукописи статьи в рецензии конкретно указывается, за счет чего должна быть сокращена рукопись, что в ней должно быть исправлено, чтобы помочь автору (авторам) в дальнейшей работе над рукописью). В случае если автор (авторы) не устранил замечания рецензента, редакционная коллегия Журнала вправе отказать в публикации рукописи с направлением автору (авторам) мотивированного отказа);

г) рекомендовать отказать в публикации рукописи по причине ее несоответствия требованиям, предъявляемым к научному уровню (в данном случае редакционная коллегия Журнала имеет право направить рукопись на рецензирование другому рецензенту либо направить автору (авторам) мотивированный отказ в публикации рукописи, с приложением копии отрицательной рецензии).

7. Редакционная коллегия информирует о принятом решении автора по его запросу. Автору не принятой к публикации статьи редакционная коллегия может направить по его запросу мотивированный отказ.

8. Редакционная коллегия осуществляет рецензирование всех поступающих в редакцию материалов, соответствующих ее тематике, с целью их экспертной оценки.

9. Все рецензенты являются признанными специалистами по тематике рецензируемых материалов и имеют в течение последних 3 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Рецензии хранятся в издательстве и в редакции издания в течение 2 лет.

10. Опубликование представленного материала осуществляется в соответствии с планом работы редакции, с учетом необходимости формирования различных рубрик в каждом номере журнала и обеспечения финансирования выпуска журнала.

PROCEDURE FOR PEER REVIEW OF SCIENTIFIC ARTICLES

1. The author of the scientific article (student, graduate student, adjunct) submits a completed review (review) of the supervisor/consultant containing the recommendation of the article for publication in the journal, or provides an extract from the decision of the department (scientific unit) where the work was performed containing the recommendation of the article for publication in the journal.

2. The review should contain a qualified analysis of the article material, an objective and reasoned assessment of its material and reasonable recommendations for possible improvement in the quality of the submitted work. The reviewer evaluates the main advantages and disadvantages of the manuscript of the article, guided by the following criteria: compliance of the content of the article with the profile of the journal, relevance of the selected topic, scientific and methodological level, use of the necessary research methods, novelty and originality of the main points and conclusions, practical usefulness.

3. The scientific article submitted by the author is reviewed by an expert of the editorial board of the journal (doctor, candidate of science) in the form of an expert questionnaire approved by the editorial board. The examination is of a closed nature, the review in the form of an expert questionnaire is provided to the author of the article at his written request, as well as at the appropriate request to the Higher Attestation Commission, without a signature and indicating the name, position, place of work of the reviewer.

4. The deadline for preparing a review by an expert of the editorial board of the journal is established in agreement with the reviewer, but cannot exceed 5 working days from the date of receipt of the manuscript by the reviewer. The reviewer has the right to refuse to review within one week from the date of receipt of the manuscript to him and notify the editorial board of the journal.

5. The final decision to accept the author's article and place it in one of the issues of the journal is made at a meeting of the editorial board of the journal or by the editor-in-chief of the journal.

6. Based on the results of the review, the following decisions can be made:

a) recommend that the manuscript be accepted for publication;

b) recommend that the manuscript be accepted for publication with technical amendments;

c) recommend that the manuscript be accepted for publication after the author (s) have eliminated the reviewer's comments, followed by sending for re-review to the same reviewer (when recommending the reduction or revision of the manuscript, the article in the review specifically indicates how the manuscript should be reduced, what should be corrected in it to help the author (s) in further work on the manuscript). If the author (s) did not eliminate the reviewer's comments, the editorial board of the Journal has the right to refuse to publish the manuscript with a reasoned refusal to the author (s));

d) recommend refusing to publish the manuscript due to its non-compliance with the requirements for the scientific level (in this case, the editorial board of the Journal has the right to send the manuscript for review to another reviewer or send the author (s) a reasoned refusal to publish the manuscript, with a copy of the negative review attached).

7. The editorial board informs about the decision of the author at his request. The editorial board may send a reasoned refusal to the author of an article that has not been accepted for publication.

8. The editorial board reviews all materials received by the editorial board that correspond to its topics for the purpose of their expert assessment.

9. All reviewers are recognized specialists in the subject of peer-reviewed materials and have published on the subject of a peer-reviewed article over the past 3 years. Reviews are kept in the publishing house and in the editorial office of the publication for 2 years.

10. The publication of the submitted material is carried out in accordance with the editorial work plan, taking into account the need to form different headings in each issue of the journal and ensure funding for the issue of the journal.

РУБРИКИ ЖУРНАЛА

- ИСТОРИЯ ГОСУДАРСТВА И ПРАВА ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН
- ИСТОРИЯ ГОСУДАРСТВА И ПРАВА РОССИИ
- МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ
- МЕЖДУНАРОДНОЕ ПУБЛИЧНОЕ ПРАВО
- КОНСТИТУЦИОННОЕ (ГОСУДАРСТВЕННОЕ) ПРАВО
- МЕТОДОЛОГИЯ И ИСТОРИЯ ЮРИДИЧЕСКОЙ НАУКИ
- МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
- ГРАЖДАНСКОЕ ПРАВО
- УГОЛОВНОЕ ПРАВО И ПРОЦЕСС
- АДМИНИСТРАТИВНОЕ ПРАВО
- ПОЛИТИКА И ПРАВО
- ПРАВО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
- ПРАВА ЧЕЛОВЕКА
- ПРАВООБРАЗОВАНИЕ И ПРАВОТВОРЧЕСТВО
- ПРАВОСУДИЕ И СУДЕБНАЯ ПРАКТИКА
- ПРОБЛЕМЫ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА
- ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ ПРАВА
- ПУБЛИЧНОЕ ПРАВО
- ТЕОРИЯ КОНСТИТУЦИИ
- ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ
- ТРИБУНА МОЛОДОГО УЧЕНОГО
- ТРУДОВОЕ ПРАВО
- ТОЛКОВАНИЕ ПРАВА
- ЮРИДИЧЕСКИЙ АРХИВ

JOURNAL CATEGORIES

- HISTORY OF THE STATE AND RIGHTS OF FOREIGN COUNTRIES
- HISTORY OF THE STATE AND LAW OF RUSSIA
- INTERNATIONAL RELATIONS
- INTERNATIONAL PUBLIC LAW
- CONSTITUTIONAL (STATE) LAW
- METHODOLOGY AND HISTORY OF LEGAL SCIENCE
- MODERNIZATION OF EDUCATION
- CIVIL LAW
- CRIMINAL LAW AND PROCEDURE
- ADMINISTRATIVE LAW
- POLICY AND LAW
- INTELLECTUAL PROPERTY LAW
- HUMAN RIGHTS
- LAW FORMATION AND LAW CREATION
- JUSTICE AND JURISPRUDENCE
- PROBLEMS OF RUSSIAN LEGISLATION
- PROBLEMS OF LEGAL THEORY
- PUBLIC LAW
- CONSTITUTION THEORY
- CONTROL THEORY
- YOUNG SCIENTIST TRIBUNE
- EMPLOYMENT LAW
- INTERPRETATION OF LAW
- LEGAL ARCHIVE

СОДЕРЖАНИЕ:

ИСТОРИЯ ГОСУДАРСТВА И ПРАВА ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

- Ван Ц. * Влияние курса «Мысли Си Цзиньпина» на образовательные стандарты китайских университетов 19
- Ван Ш., Савельева Н. Х. * Вызовы и пути решения в области применения VR-технологий в преподавании китайской культуры 25
- Чан У. Н., Чан Д. Т. * Влияние иностранной литературы на трансформацию феминистского дискурса в современной вьетнамской прессе 29

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

- Гуань П. * Структурные сдвиги в обрабатывающей промышленности приграничных регионов России и Китая сравнительный анализ Алтайского края и Синьцзян-Уйгурского автономного района 37
- Смолина С. А. * Сравнительный анализ международного опыта арктических стран в сфере социальной защиты многодетных семей 44

МЕЖДУНАРОДНОЕ ПУБЛИЧНОЕ ПРАВО

- Корендясев С. В., Неволин Ф. Д., Ромашкова О. Н., Каптерев А. И. * Экономическая оценка алгоритмов управления рисками: анализ затрат и выгод от внедрения на промышленных рециклинговых комплексах 49
- Соболь А. Н., Сеницын А. В., Федорев А. В. * Диагностика витковых замыканий в генераторах ветроустановок на основе байесовских нейронных сетей в условиях ограниченных данных 54

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

- Не Я. * Методологические основания педагогического анализа современной системы образования КНР: принципы интерпретации исследовательских данных 57

ЦИФРОВИЗАЦИЯ

- Баймуканов Т. В., Галиева А. И. * Методика экспериментального исследования задержек при интеграции modbus-устройств с СУБД в Linux 63

ИННОВАЦИИ

- Галышев Ю. В., Абызов О. В., Метелев А. А., Ло С. * Расчетное исследование влияния двойного впрыска дизельного топлива на рабочий процесс и вредные выбросы в газодизеле, работающем на аммиаке ... 71
- Наниев Б. Л., Дациева Л. С., Филонова А. А., Габараева М. И. * Сравнительный анализ современных методов герниопластики в лечении паховых грыж: клинические наблюдения и социально-экономические аспекты 83

ПРОБЛЕМЫ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

- Лукашова И. В. * Синонимия и антонимия в терминологии бизнеса и менеджмента 88
- Иванов П. А. * Повышение эффективности обработки конических зубчатых колес на основе применения технологии UP-GEAR 94

ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

- Цахилов Р. К., Каболов И. П. * Защита электронных устройств от электромагнитных помех 100
- Корендясев С. В., Неволин Ф. Д., Ромашкова О. Н., Каптерев А. И. * Оценка эффективности алгоритмов сортировки радиационного вторичного сырья: влияние на минимизацию доз облучения персонала ... 106

Трибуна молодого ученого

- Решетникова В. Д., Ремизов А. Л. * Разработка расчетного ядра цифровой модели блока химической водоподготовки ХВП-2 113
- Гатауллина А. Р. * Механизм категориальных шаблонов для генерации персонализированных модных образов в системах рекомендаций 120
- Дюльдин Е. А., Зайцев К. С. * Речевая модель мультиагентного контроля BETHESDA-классификации 125

CONTENT:

HISTORY OF STATE AND LAW OF FOREIGN COUNTRIES

Wang J. * The Influence of the Xi Jinping Thought Course on Educational Standards of Chinese Universities	19
Wang Sh., Savelyeva N. Kh. * Challenges and Solutions in the Application of VR Technologies in Teaching Chinese Culture	25
Tran U. N., Tran D. T. * The Influence of Foreign Literature on the Transformation of Feminist Discourse in Modern Vietnamese Press	29

INTERNATIONAL RELATIONS

Guan P. * Structural Shifts in the Manufacturing Industry of Border Regions of Russia and China: A Comparative Analysis of Altai Krai and Xinjiang Uyghur Autonomous Region	37
Smolina S. A. * Comparative Analysis of the International Experience of Arctic Countries in the Field of Social Protection of Large Families	44

PUBLIC INTERNATIONAL LAW

Korendyasev S. V., Nevolin F. D., Romashkova O. N., Kapterev A. I. * Economic Assessment of Risk Management Algorithms: Analysis of Cost and Benefits of Implementation in Industrial Recycling Complexes	49
Sobol A. N., Sinitsyn A. V., Fedorets A. V. * Diagnostics of Inter-Turn Faults in Wind Turbine Generators Using Bayesian Neural Networks Under Limited Data Conditions	54

MODERNIZATION OF EDUCATION

Nie Y. * Methodological Foundations of Pedagogical Analysis of the Modern Education System of the People's Republic of China: Principles of Interpreting Research Data	57
--	----

DIGITALIZATION

Baimukanov T. V., Galiyeva A. I. * Methodology for Experimental Study of Latencies in the Integration of Modbus Devices with DBMS in Linux	63
--	----

INNOVATIONS

Galyshev Yu. V., Abyzov O. V., Metelev A. A., Lo S. * A Computational Study of the Effect of Dual-Injection Diesel Fuel on the Performance and Emissions of an Ammonia-Powered Gas-Diesel Engine	71
Naniev B. L., Datsieva L. S., Filonova A. A., Gabaraeva M. I. * Comparative Analysis of Modern Hernioplasty Methods in the Treatment of Inguinal Hernias: Clinical Observations and Socio-Economic Aspects	83

ISSUES IN RUSSIAN LEGISLATION

Lukashova I. V. * Synonymy and Antonymy in Business and Management Terminology in English and Russian	88
Ivanov P. A. * Increasing the Efficiency of Bevel Gear Machining with UP-Gear Technology	94

CONTROL THEORY

Tsakhilov R. K., Kabolov I. P. * Protection of Electronic Devices Against Electromagnetic Interference	100
Korendyasev S. V., Nevolin F. D., Romashkova O. N., Kapterev A. I. * Evaluation of the Effectiveness of Radiation Secondary Raw Materials Sorting Algorithms: Impact on Minimizing Personnel Exposure Dose	106

YOUNG SCIENTIST'S FORUM

Reshetnikova V. D., Remizov A. L. * Development of the Computational Core of a Digital Model for the HVP-2 Chemical Water Treatment Unit	113
Gataullina A. R. * Category Template Mechanism for Personalized Fashion Outfit Generation in Recommender Systems	120
Dyuldin E. V., Zaitsev K. S. * Speech Model of Multi-Agent Control of Bethesda-Based Nodule Classification	125

ИСТОРИЯ ГОСУДАРСТВА И ПРАВА ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Дата поступления рукописи в редакцию: 07.06.2026 г.
Дата принятия рукописи в печать: 14.09.2026 г.

DOI: 10.24412/cl-37390-2026-3-19-24

ВАН Цзюяйцзе,
лектор, аспирант,
Хэйлунцзянский профессиональный институт
экономики сельского хозяйства,
Алтайский государственный университет,
e-mail: 254666427@qq.com

ВЛИЯНИЕ КУРСА «МЫСЛИ СИ ЦЗИНЬПИНА» НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ КИТАЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТОВ

Аннотация. Статья посвящена анализу воздействия обязательного курса «Мысли Си Цзиньпина о социализме с китайской спецификой новой эпохи» на систему образовательных стандартов китайских университетов. Рассматривается исторический генезис идейно-политического образования в вузах КНР, начиная с советской модели 1950-х годов и заканчивая масштабными реформами периода Си Цзиньпина. Проведён сравнительный анализ учебных программ до и после 2019 года, исследован механизм интеграции идеологического содержания во все дисциплины через концепцию «кэчэн сычжэн». Особое внимание уделено новому учебнику 2023 года и институциональной инфраструктуре «Школ марксизма», число которых за десятилетие выросло в четырнадцать раз. Реконструирован состав обязательных идейно-политических дисциплин для бакалавров, магистров и аспирантов, сопоставлены формы контроля и оценки — от классических экзаменов до мобильной платформы «Сюэси Цянго» и экспериментальных систем искусственного интеллекта. Выявлены количественные и качественные изменения в структуре образовательных стандартов, педагогических методах и системе оценки качества высшего образования. Установлено, что курс «Си Цзиньпинской мысли» стал системообразующим элементом, существенно трансформировавшим образовательные стандарты и контрольные механизмы в китайских вузах, при этом результаты его внедрения остаются неоднозначными: формальные показатели охвата сочетаются с дефицитом содержательной вовлечённости студентов. Делается вывод о значимости критического осмысления китайского опыта для российской педагогической науки, имеющей общее с Китаем советское наследие и близкие дискуссии о месте идеологии в университете.

Ключевые слова: идейно-политическое образование, Си Цзиньпин, образовательные стандарты, высшее образование Китая, кэчэн сычжэн, Школа марксизма, реформа учебных программ, идеологическое воспитание, сравнительная педагогика, академическая автономия.

WANG Jiuyajie,
lecturer, graduate student,
Heilongjiang Professional Institute of Agricultural Economics,
Altai State University

THE INFLUENCE OF THE XI JINPING THOUGHT COURSE ON EDUCATIONAL STANDARDS OF CHINESE UNIVERSITIES

Annotation. The article analyzes the impact of the compulsory course 'Xi Jinping Thought on Socialism with Chinese Characteristics for a New Era' on the system of educational standards in Chinese universities. It examines the historical genesis of ideological and political education at PRC universities, from the Soviet model of the 1950s to the large-scale reforms of the Xi Jinping era. A comparative analysis of curricula

before and after 2019 is carried out, and the mechanism of integrating ideological content into all disciplines through the concept of 'kecheng sizheng' is investigated. Particular attention is paid to the new 2023 textbook and the institutional infrastructure of the 'Schools of Marxism', whose number has grown fourteenfold over a decade. The composition of compulsory ideological and political disciplines for bachelors, masters and postgraduates is reconstructed, and forms of control and assessment are compared — from classical exams to the 'Xuexi Qiangguo' mobile platform and experimental artificial intelligence systems. Quantitative and qualitative changes in the structure of educational standards, pedagogical methods and the system of assessing the quality of higher education are identified. It is established that the Xi Jinping Thought course has become a system-forming element that has significantly transformed educational standards and control mechanisms in Chinese universities, while the results of its implementation remain ambiguous: formal coverage indicators are combined with a deficit of substantive student engagement. A conclusion is drawn on the importance of a critical understanding of the Chinese experience for Russian pedagogical science, which shares with China a common Soviet legacy and similar debates about the place of ideology in the university.

Key words: ideological and political education, Xi Jinping, educational standards, Chinese higher education, kecheng sizheng, School of Marxism, curriculum reform, ideological upbringing, comparative pedagogy, academic autonomy.

Идейно-политическое образование (сысян чжэньчжи цзяоюй) в высших учебных заведениях КНР за последнее десятилетие претерпело настолько серьёзную перестройку, что её масштаб и глубина заставляют пересмотреть привычные представления об автономии университетского пространства. Китай располагает крупнейшей в мире системой высшего образования: по данным на 2024 год, в стране насчитывается свыше 3000 вузов с суммарным контингентом, превышающим 47 миллионов студентов [5]. Любые системные изменения учебных программ в такой образовательной среде отзываются далеко за пределами страны, затрагивая международные академические партнёрства и потоки студенческой мобильности [12]. Цель настоящей статьи состоит в том, чтобы проследить, каким образом введение курса «Мысли Си Цзиньпина о социализме с китайской спецификой новой эпохи» повлияло на содержание образовательных стандартов, учебных программ и педагогических практик китайских университетов. Методологически исследование опирается на сравнительно-педагогический анализ нормативных документов, историко-генетический метод реконструкции этапов формирования идеологического образования и критический анализ доступных эмпирических данных о восприятии курса студентами и преподавателями.

Исторические этапы идейно-политического образования в вузах КНР

Систематическое идейно-политическое образование в китайских университетах зародилось в самом начале существования КНР. Первая Всекитайская конференция по высшему образованию в июне 1950 года провозгласила необходимость «революционного политического обновления» всех вузов. За образец была взята советская система: обязательные курсы марксизма-ленинизма, поли-

тической экономики и истории ВКП(б) заменили собой либеральную программу, унаследованную от республиканского периода [8]. К середине 1950-х годов «марксизм-ленинизм и мысли Мао Цзэдуна» были закреплены в качестве идеологической основы всех учебных планов. Культурная революция (1966–1976) нарушила функционирование высшей школы: набор студентов прекратился, а содержание политических курсов свелось к изучению «четырёх произведений» Мао. Период реформ, начатый Дэн Сяопином, принёс постепенную деидеологизацию. Документ ЦК КПК 1985 года ввёл концепцию «нравственного воспитания», заменившую прямолинейное политическое обучение [13]. Реформа 1998 года установила шесть-семь обязательных идейно-политических дисциплин — от «Принципов марксистской философии» до «Идейно-нравственного воспитания и основ права». В 2004 году ЦК КПК и Госсовет обновили эту систему, сократив число обязательных курсов до четырёх и введя новую дисциплину «Идеи Мао Цзэдуна и теоретическая система социализма с китайской спецификой», объединившую несколько ранее самостоятельных предметов [8; 14].

Реформа Си Цзиньпина и новая архитектура идейно-политических дисциплин

Приход Си Цзиньпина к высшей партийной и государственной власти в 2012–2013 годах обозначил качественный перелом в отношении к идеологическому образованию в университетах. Уже в январе 2015 года ЦК КПК и Госсовет выпустили «Мнения о дальнейшем укреплении пропагандистской и идеологической работы в вузах», потребовавшие «укрепления марксизма как руководящей идеологии». Этот документ фиксировал осознание руководством того, что период «относительной идеологической расслабленно-

сти», характерный для эры Ху Цзиньтао, создал вакуум, заполняемый «западными ценностями» [11; 13]. В марте 2019 года Си Цзиньпин лично провёл специальное совещание с преподавателями идейно-политических курсов, сформулировав шесть требований к педагогам (политическая целостность, глубокое понимание, педагогическое мастерство, широта кругозора, строгая самодисциплина и высокий моральный облик) и восемь принципов реформы преподавания. Этот эпизод приобрёл символический характер: совещание с преподавателями одного конкретного предмета на уровне генерального секретаря ЦК КПК не имело precedентов [10]. Осенью 2020 года включение «Мысли Си Цзиньпина о социализме с китайской спецификой новой эпохи» в Конституцию КНР закрепило институциональную основу для проникновения этого идейного конструкта во все уровни образования [9].

Современная система идейно-политического образования для бакалавров включает шесть обязательных дисциплин общим объёмом 16–19 зачётных единиц, что составляет около 10–12 % общей учебной нагрузки. Центральное место с 2023 года занимает новый курс «Введение в Мысль Си Цзиньпина о социализме с китайской спецификой новой эпохи» объёмом 3 кредита. Остальные пять дисциплин — «Основные принципы марксизма» (3 кредита), «Введение в идеи Мао Цзэдуна и теоретическую систему социализма с китайской спецификой» (5 кредитов), «Очерк новейшей истории Китая» (3 кредита), «Идейно-нравственное воспитание и основы права» (3 кредита) и «Ситуация и политика» (2 кредита, распределённых на весь период обучения). На уровне магистратуры обязателен курс «Теория и практика социализма с китайской спецификой», для аспирантов — «Обзор трудов Маркса и Энгельса» [4; 10]. 28 августа 2023 года был опубликован единый учебник «Введение в Мысль Си Цзиньпина о социализме с китайской спецификой новой эпохи» — совместное издание Пекинского педагогического университета и Народного университета Китая. Учебник охватывает 17 тематических блоков: от марксистских основ до «сообщества единой судьбы человечества», включая разделы по экономике, политике, культуре, обороне и экологической цивилизации. Впервые за всю историю КНР один учебник синтезировал весь спектр идеологической доктрины действующего руководителя страны в формате учебной программы [6; 11].

Курс нацелен на формирование комплекса мировоззренческих и ценностных установок. Официальные документы определяют целевые компетенции следующим образом: «правильное

мировоззрение, жизненная позиция и система ценностей», «твёрдая уверенность в пути, теории, строе и культуре социализма с китайской спецификой» («четыре уверенности»), «патриотическое чувство» и способность оценивать мировые события «с позиций марксизма и Мысли Си Цзиньпина». Обращает на себя внимание, что в этих формулировках когнитивный компонент (знание теории) неразрывно связан с ценностным (лояльность партийному курсу), что отличает китайскую модель от большинства зарубежных программ гражданского образования, где мировоззренческие установки формально отделены от предметного знания [10; 15].

«Кэчэн сычжэн» и трансформация образовательных стандартов

Если обязательные идейно-политические курсы существовали в китайских вузах и ранее, то принципиальной новацией стала концепция «кэчэн сычжэн» (дословно — «идеологическое и политическое [воспитание] через учебную программу»). Документ Министерства образования от 28 мая 2020 года — «Руководство по строительству курсов кэчэн сычжэн в вузах» — потребовал интегрировать идеологическое содержание буквально во все учебные дисциплины, включая естественные, технические и медицинские [3]. Суть этой концепции можно выразить так: если раньше идеологическое воспитание было задачей отдельного блока обязательных курсов, то теперь каждый преподаватель, от физика до лингвиста, должен находить способы «извлечения идейно-политических элементов» из своего предмета и органичной интеграции их в учебный процесс. «Руководство» устанавливает дифференцированные требования для семи дисциплинарных групп. Так, гуманитарные науки должны обеспечить освоение марксистского мировоззрения и «глубокое понимание Мысли Си Цзиньпина в историческом и теоретическом измерении». Инженерные дисциплины обязаны формировать «инновационный дух и патриотическую ответственность за технологический суверенитет Китая». Медицинские науки призваны культивировать «врачебную этику с социалистическими характеристиками». Даже для программ физической культуры предусмотрено воспитание «духа борьбы и национальной гордости через спортивные достижения» [3; 8].

Результаты внедрения концепции «кэчэн сычжэн» закреплены институционально: они включены в систему мониторинга и оценки программы «Двойной первый класс», в дисциплинарные аттестации, в аккредитацию специальностей и в процедуру присуждения педагогических наград. Число «Школ марксизма» — специализи-

рованных подразделений, ответственных за координацию идейно-политического образования, — выросло с примерно 100 в 2015 году до более 1400 к 2025 году: четырнадцатикратный рост за одно десятилетие [5; 8]. Эти подразделения не только обеспечивают преподавание обязательных идейно-политических дисциплин, но и разрабатывают методические рекомендации по интеграции идеологического содержания в программы других факультетов. Параллельно сформировалась система цифровой поддержки. Мобильная платформа «Сюэси Цянго» («Учись, укрепляй страну»), запущенная 1 января 2019 года, объединяет в себе функции информационного агрегатора, образовательного портала и системы контроля. Партийные организации вузов обязывают преподавательский состав набирать установленный минимум «учебных баллов» на этой платформе; в ряде учебных заведений южного Китая норма составляет не менее 30 баллов в день [2; 8].

В преподавании идейно-политических курсов широко используются модели смешанного обучения. Платформы SuperStarLearn, WeChat и MOODLE применяются для предварительной подготовки студентов — видеолекций, текстовых материалов и тестов, — а аудиторное время отводится для дискуссий, разбора ситуаций и групповых проектов. Отдельные университеты экспериментируют с технологиями виртуальной реальности, создавая трёхмерные модели «революционных мест» и исторических сцен — например, виртуальные судебные заседания для курса «Основы права» или панорамные реконструкции «Великого похода» Красной армии [1; 8]. Министерство образования стимулирует разработку «интеллектуальных систем оценки» с элементами искусственного интеллекта, способных анализировать ответы студентов на предмет «идейной зрелости». Впрочем, пока эти проекты носят пилотный характер, и их педагогическая ценность вызывает споры даже среди китайских исследователей [4; 8].

Эмпирические свидетельства и дискуссия об эффективности

Вопрос о реальной эффективности курса «Си Цзиньпинской мысли» и обновлённой системы идейно-политического образования остаётся дискуссионным. Имеющиеся данные рисуют неоднозначную картину. Согласно исследованию, опубликованному в 2021 году, 49 % китайских студентов посещают идейно-политические курсы только потому, что они обязательны; 24 % признали, что часто занимаются посторонними делами во время занятий; и лишь 6 % указали на «подлинный интерес к содержанию» как основной

мотив посещения [8]. Вместе с тем количественные опросы фиксируют позитивные самооценки: более половины респондентов сообщают о «прогрессе в ценностных установках и нравственном развитии». Здесь, однако, необходимо учитывать проблему социальной желательности ответов: в обстановке усиленного идеологического контроля студенты могут быть не вполне откровенны в негативных оценках [8; 13].

Проблема формализма признаётся и внутри самой китайской академической среды. Тематический обзор 2024 года констатирует, что «эффективность идейно-политического образования остаётся неудовлетворительной»: преподавание тяготеет к заучиванию теоретических формул, не вызывающих эмоционального отклика у молодёжи, а инновационные методы внедряются неравномерно [4; 5]. Ряд системных барьеров прослеживается и в самой практике: преподаватели технических и естественнонаучных кафедр зачастую не находят органичного способа «извлечь идейно-политический элемент» из курса по органической химии или алгоритмизации; методическое обеспечение остаётся крайне неоднородным, а инспекционные процедуры скатываются в формальную отчётность [3; 8]. Проблематика академической свободы здесь не менее остра. Когда идеологическая составляющая становится обязательным критерием аттестации преподавателя и ревизии содержания курсов, педагоги в дисциплинах с минимальной идеологической релевантностью оказываются под прямым институциональным давлением. По данным исследований 2022–2025 гг., реакция вузовского сообщества на директивы «кэчэн сычжэн» сводится скорее к ритуальному выполнению предписаний, нежели к осознанному принятию идеологических установок [4; 13].

Международные оценки китайского опыта расходятся. Критики указывают на ограничение академической автономии и превращение университетов в инструмент партийной индоктринации. Более сдержанные аналитики обращают внимание на функциональную логику курса: в условиях, когда КНР испытывает дефицит легитимации, отличный от электоральных демократий, идеологическое образование выступает одним из механизмов воспроизводства политического консенсуса [9; 14]. Для российской педагогической науки этот опыт представляет интерес по ряду причин. Во-первых, Россия и Китай имеют общее наследие советской модели идеологического образования, и сравнительный анализ траекторий их расхождения после 1991 года позволяет выявить специфические факторы, определяющие место идеологии в современном университете [7; 14]. Во-вторых,

дискуссия о патриотическом воспитании в российских вузах, обострившаяся после 2022 года, делает изучение китайского опыта практически значимым — не как образца для копирования, а как материала для критического осмысления возможностей и ограничений институциональной идеологизации высшего образования [7; 13].

Заключение

Проведённый анализ позволяет зафиксировать следующие выводы. Курс «Мысли Си Цзиньпина о социализме с китайской спецификой новой эпохи» перестроил образовательный каркас китайских университетов на двух уровнях. Количественный — появление новых дисциплин, расширение кредитной нагрузки. Качественный — превращение идеологического компонента из автономного блока в сквозной организующий принцип через механизм «кэчэн сычжэн», пронизывающий учебную деятельность целиком. Реформа охватила учебные планы, содержание отдельных курсов, систему оценки качества образования и квалификационные требования к профессорско-препо-

давательскому составу. О масштабе перестройки можно судить по цифрам: за десятилетие число «Школ марксизма» выросло в четырнадцать раз, а единый учебник «Мысли Си Цзиньпина» распространён на все ступени образования [6; 8]. Однако эмпирические данные фиксируют разрыв между декларируемыми целями и повседневной реальностью — формальная мотивация студентов доминирует, качество «идейной прошивки» специальных дисциплин остаётся пёстрым, а контрольные механизмы в ряде случаев выродились в бюрократический ритуал. Перспективным направлением дальнейшего изучения представляется эмпирическая оценка долгосрочных эффектов курса — в частности, характер его воздействия на профессиональную социализацию выпускников и на повседневную организацию академической работы в условиях расширившегося идеологического контура. Ответ на эти вопросы требует продолжительных наблюдений, сопоставимых выборов и самостоятельной методологической разработки, выходящей за рамки настоящей статьи.

Список литературы:

- [1] Гулева М. А. *Благотворительные организации в сфере образования Китая: основные направления работы и перспективы развития* // Проблемы Дальнего Востока. — 2023. — № 5. — С. 143–160.
- [2] Гурулева Т. Л. *Языковая политика КНР на современном этапе (2021–2024 гг.): основные направления и особенности реализации* // Проблемы Дальнего Востока. — 2024. — № 4. — С. 92–108.
- [3] Дай Х. *Преподавание иностранных языков с идейно-политическими элементами в университетах Китая* / Х. Дай, Ц. Ван // Мир науки. Педагогика и психология. — 2022. — Т. 10, № 1.
- [4] Донецкая С. С. *Высшее образование в Китае: особенности системы управления в ведущих вузах страны* / С. С. Донецкая, В. Бин // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. — 2022. — Т. 22, № 1. — С. 150–167.
- [5] *Институциональный ответ на реформы высшего образования в Китае: контент-анализ и экспертный опрос* / А. Е. Сериккалиева, Ц. Су, Г. Е. Надирова, К. Б. Свойкин // Интеграция образования. — 2025. — Т. 29, № 4(121). — С. 645–665.
- [6] Кобзев А. И. *Исконные смыслы новой терминологии КПК* // Проблемы Дальнего Востока. — 2023. — № 6. — С. 111–126.
- [7] Кузнецов Н. Г. *Образовательная политика России и Китая в контексте формирования русскоязычной диаспоры* // ДЕМИС. Демографические исследования. — 2026. — Т. 6, № 1. — С. 196–214.
- [8] Лига М. Б., Захарова Е. Ю., Сюй Ин, Чжоу Чуаньмин. *Модернизация высшего образования в современном китайском обществе: монография*. — Чита: ЗабГУ, 2022. — 230 с.
- [9] Ломанов А. В. *Внешилополитическая идеология Китая в преддверии XX съезда КПК* // Китай в мировой и региональной политике. История и современность. Вып. XXVII. — М.: ИКСА РАН, 2022. — С. 9–32.
- [10] Му А. *«Идеологическое и политическое воспитание в рамках учебной программы»: новое направление реформы высшего образования в Китае* / А. Му // Социально-политические науки. — 2021. — Т. 11, № 5. — С. 148–153.
- [11] Нежданов В. Л. *К вопросу о специфике внешнеполитических концепций «Идей Си Цзиньпина о социализме с китайской спецификой новой эпохи»* // Восточная Азия: факты и аналитика. — 2022. — № 3. — С. 47–57.
- [12] Оуян М. *К стратегии по привлечению иностранных студентов в китайские вузы в течение 14-го пятилетнего плана* / М. Оуян, И. Чжоу, И. Сюн // Социально-политические науки. — 2022. — Т. 12, № 2. — С. 88–95.

[13] Просеков С. А. Политическая и социально-экономическая модернизация современного Китая: динамика идейно-мировоззренческих акцентов // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. — 2021. — Т. 11, № 3. — С. 76–81.

[14] Скосырев В. А. Идеологическая трансформация КНР: параллели с поздним социализмом в СССР / В. А. Скосырев // Сравнительная политика. — 2020. — Т. 11, № 4. — С. 53–60.

[15] Сюн Л. Идеино-политическое воспитание как ключевая составляющая управления образованием в китайских вузах (на примере серии учебников «Знакомство с современным Китаем») / Л. Сюн, Б. Ван // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. — 2025. — Т. 25, № 4. — С. 844–859.

References:

[1] Guleva M. A. Charitable organizations in China's education sector: key areas of activity and development prospects // *Far Eastern Affairs*. — 2023. — No. 5. — P. 143–160.

[2] Guruleva T. L. Language policy of the PRC at the current stage (2021–2024): key directions and implementation features // *Far Eastern Affairs*. — 2024. — No. 4. — P. 92–108.

[3] Dai H. Teaching foreign languages with ideological-political elements in Chinese universities / H. Dai, C. Wang // *World of Science. Pedagogy and Psychology*. — 2022. — Vol. 10, No. 1.

[4] Donetskaya S. S. Higher education in China: management system features in the country's leading universities / S. S. Donetskaya, W. Bin // *RUDN Journal of Sociology*. — 2022. — Vol. 22, No. 1. — P. 150–167.

[5] Institutional response to higher education reforms in China: content analysis and expert survey / A. E. Serikalieva, C. Su, G. E. Nadirova, K. B. Svoikin // *Integration of Education*. — 2025. — Vol. 29, No. 4(121). — P. 645–665.

[6] Kobzev A. I. Original meanings of the CPC's new terminology // *Far Eastern Affairs*. — 2023. — No. 6. — P. 111–126. [7] Kuznetsov N. G. Educational policy of Russia and China in the context of the formation of the Russian-speaking diaspora // *DEMIS. Demographic Research*. — 2026. — Vol. 6, No. 1. — P. 196–214.

[8] Liga M. B., Zakharova E. Yu., Xu Ying, Zhou Chuanming. Modernization of higher education in contemporary Chinese society: a monograph. — Chita: ZabGU, 2022. — 230 p.

[9] Lomanov A. V. China's foreign policy ideology on the eve of the 20th CPC National Congress // *China in World and Regional Politics: History and Modernity. Issue XXVII*. — Moscow: IKSA RAS, 2022. — P. 9–32.

[10] Mu A. «Ideological and political education within the curriculum»: a new direction of higher education reform in China / A. Mu // *Socio-Political Sciences*. — 2021. — Vol. 11, No. 5. — P. 148–153.

[11] Nezhdanov V. L. On the specifics of the foreign policy concepts of «Xi Jinping Thought on Socialism with Chinese Characteristics for a New Era» // *East Asia: Facts and Analytics*. — 2022. — No. 3. — P. 47–57.

[12] Ouyang M. On the strategy for attracting foreign students to Chinese universities during the 14th Five-Year Plan / M. Ouyang, Yi Zhuo, Yi Xiong // *Socio-Political Sciences*. — 2022. — Vol. 12, No. 2. — P. 88–95. [13] Prosekov S. A. Political and Socio-Economic Modernization of Modern China: Dynamics of Ideological and Worldview Emphases // *Humanities. Bulletin of the Financial University*. — 2021. — Vol. 11, No. 3. — P. 76–81.

[14] Skosyrev V. A. Ideological Transformation of the PRC: Parallels with Late Socialism in the USSR / V. A. Skosyrev // *Comparative Politics*. — 2020. — Vol. 11, No. 4. — P. 53–60.

[15] Xiong L. Ideological-Political Education as a Key Component of Education Management in Chinese Universities (A Case Study of the «Introduction to Modern China» Textbook Series) / L. Xiong, B. Wang // *RUDN Journal of Sociology*. — 2025. — Vol. 25, No. 4. — P. 844–859.

ВАН Шуан,
аспирант,
Уральский гуманитарный институт УрФУ,
e-mail: ws19880521@gmail.com

САВЕЛЬЕВА Нэлли Хисматуллаевна,
кандидат педагогических наук, доцент,
заведующий кафедрой иностранных языков
и профессиональных коммуникаций,
Уральский институт ГПС МЧС России,
e-mail: nellik1983@mail.ru

ВЫЗОВЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ VR-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ КИТАЙСКОЙ КУЛЬТУРЫ

Аннотация. В условиях всё более тесных китайско-российских отношений число изучающих китайский язык в России продолжает расти, однако традиционные методы обучения зачастую не позволяют обучающимся по-настоящему глубоко понять китайскую культуру. В ответ на эту проблему в данной статье используются методы литературного анализа и теоретического обобщения, рассматриваются соответствующие исследования в Китае и России, касающиеся применения VR в образовании и межкультурного обучения. В статье описываются преимущества и тенденции развития VR в преподавании культуры, такие как интеграция с искусственным интеллектом, сетями 5G/6G и мультимодальным взаимодействием, позволяющие преодолеть пространственно-временные ограничения, создать иммерсивную среду для изучения культуры, повысить вовлечённость обучающихся и их межкультурную коммуникативную компетенцию. Одновременно с этим обсуждаются реальные вызовы, с которыми сталкивается применение VR, включая стоимость оборудования, уровень квалификации преподавателей и необходимость локализации контента. В заключение в статье предлагаются некоторые рекомендации по дальнейшему развитию VR-технологий в преподавании китайской культуры в России, например: оснащение учебных заведений VR-оборудованием, повышение цифровой грамотности преподавателей, а также привлечение политической поддержки со стороны обеих стран, чтобы способствовать более эффективному использованию VR в обучении китайской культуре.

Ключевые слова: виртуальная реальность, преподавание китайской культуры, тенденции развития, стратегии, российские обучающиеся, методы обучения, межкультурная коммуникативная компетенция, искусственный интеллект.

WANG Shuang,
PHD,
Ural Institute of Humanities UrFU

SAVELYEVA Nelly Khismatullaevna,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
UISFS of EMERCOM of Russia

CHALLENGES AND SOLUTIONS IN THE APPLICATION OF VR TECHNOLOGIES IN TEACHING CHINESE CULTURE

Annotation. In the context of increasingly close Sino-Russian relations, the number of Chinese language learners in Russia continues to grow. However, traditional teaching methods often fail to help students gain a truly deep understanding of Chinese culture. In response to this problem, this article uses methods of literary analysis and theoretical generalization, examining relevant research in China and Russia concerning the application of VR in education and intercultural learning. The article describes the advantages and development trends of VR technologies in cultural teaching, such as integration with artificial intelligence, 5G/6G networks, and multimodal interaction, which make it possible to overcome spatial and temporal limitations,

create an immersive environment for cultural learning, and increase student engagement and intercultural communicative competence. At the same time, it discusses the real challenges facing the application of VR, including equipment costs, teacher qualification levels, and the need for content localization. In conclusion, the article offers some recommendations for the further development of VR technologies in teaching Chinese culture in Russia, for example: equipping educational institutions with VR equipment, improving teachers' digital literacy, and seeking political support from both countries to promote more effective use of VR in teaching Chinese culture..

Key words: *virtual reality; teaching Chinese culture; development trends, strategies; Russian learners; teaching methods; intercultural communicative competence; artificial intelligence.*

Введение

В новую эпоху китайско-российских отношений растёт число россиян, изучающих китайский язык. При этом в преподавании возникает проблема: традиционные методы не дают глубокого понимания китайской культуры, знания обучающихся остаются поверхностными.

Решение может дать технология VR. Она создаёт трёхмерное

виртуальное пространство и позволяет:

- преодолеть временные и пространственные ограничения;
- повысить вовлечённость обучающихся;
- сделать изучение культуры наглядным и увлекательным;
- усилить интерес к обучению.

Таким образом, применение VR в преподавании китайской культуры в России способно повысить качество образования и открыть новые возможности для международного распространения китайского языка [6].

Тенденции развития VR-технологий

С бурным развитием информационных технологий технология VR постепенно переходит из экспериментальной стадии в практическое применение, обнаруживая значительный потенциал в сфере образования. Распространение сетей 5G/6G и созревание облачных VR-решений делают возможным иммерсивное дистанционное обучение[2]. С помощью облачных VR-технологий 5G/6G становится возможным высококачественное взаимодействие в реальном времени, также это может снизить затраты на оборудование, улучшить пользовательский опыт и предоставить более гибкую техническую поддержку для развития межкультурных компетенций.

Слияние ИИ и VR в образовании продвигает процесс обучения к интеллектуализации. В виртуальной среде учащиеся с помощью интеллектуального руководства получают персонализированные рекомендации в соответствии с их собственным темпом обучения, что повышает эффективность обучения. Алгоритмы ИИ могут динамически настраивать учебный контент и сценарии в соответствии с потребностями и интересами учащихся,

делая обучение более целенаправленным, а студенты могут погружаться в реальную языковую среду, не покидая класс или дом. Функция синхронного перевода на базе ИИ также может способствовать изучению нескольких языков, позволяя участникам с разным культурным фоном легче общаться и понимать друг друга[9].

По мере созревания VR-технологий их роль в образовании постепенно меняется от вспомогательного инструмента к важному посреднику, и здесь особенно заметен потенциал в обучении культуре. VR создаёт виртуальную среду с помощью иммерсивных и интерактивных методов, компенсируя недостаток традиционной методики в культурном опыте и позволяя учащимся более наглядно воспринимать и осмысливать суть изучаемой культуры. Для российских студентов, осваивающих китайский язык, VR предоставляет подлинную языковую среду, укрепляет культурную идентичность и межкультурную коммуникативную компетенцию, становясь тем самым средством культурного обмена. В более широком смысле применение VR способствует развитию межкультурного симбиоза в обучении культуре. В глобализованном мире изучение языка связано не только с повышением языковых навыков, но и с культурным общением. VR помогает преодолевать пространственно-временные барьеры: российские студенты, изучающие китайский, и китайские подростки могут взаимодействовать в виртуальной среде, углубляя взаимопонимание и дружбу. Более глубокий межкультурный диалог уменьшает предубеждения и усиливает взаимное уважение и сотрудничество между молодыми людьми двух стран.

Вызовы и пути решения

Несмотря на многочисленные преимущества VR в межкультурном обучении, её практическое применение сталкивается с вызовами на трёх уровнях: техническом, педагогическом и культурном. Требуются системные подходы к их преодолению.

С технической точки зрения, VR-устройства относительно дорогие, что может затруднить их распространение в образовательной сфере. На сегодняшний день VR-устройства чаще всего требуют подключения к высокопроизводительным ком-

пьютерам или специализированным гарнитурам, и многим образовательным учреждениям трудно покрыть такие затраты. Кроме того, разработка и поддержка VR-контента также требует определённого технического уровня и профессиональной команды. Для преодоления этих трудностей образовательные учреждения могут сотрудничать с технологическими компаниями, чтобы снизить затраты на оборудование, а также использовать открытые платформы и стандартизированные библиотеки контента для облегчения доступа к ресурсам.

С точки зрения педагогики, эффективность обучения зависит от степени принятия и способности использовать технологии виртуальной реальности (VR) преподавателем. Отношение учителя к новым технологиям зависит от его инновационной восприимчивости, полученного обучения и поддержки со стороны учреждения [10]. Для повышения уровня понимания и практических навыков работы с VR преподавателей необходимо усилить соответствующее обучение и создать механизмы поддержки использования оборудования в классе. Поддержка участия учителей в VR-курсах и лабораторных занятиях помогает им накапливать практический опыт и способствует глубокой интеграции цифровых технологий в образование. В то же время, необходимо органично сочетать VR с традиционными методами обучения, чтобы технологии не скрывали сущность образования, и этот аспект также нельзя игнорировать.

С точки зрения межкультурной коммуникации, при использовании технологий VR в культурном образовании следует учитывать потребности обучающихся с разным культурным фоном. Культурное восприятие и языковые привычки изучающих китайский язык в России обладают уникальными особенностями; если дизайн VR-контента игнорирует данный контекст, это может снизить эффективность обучения. Поэтому локализация культурного контента должна быть приоритетом, учитывая интересы и жизненный опыт российских студентов, чтобы повысить их вовлечённость и чувство причастности. Кроме того, можно включить поддержку нескольких языков и функции культурного

сравнения, чтобы помочь обучающимся лучше понять и интегрироваться в целевую культуру.

Наконец, углубление сотрудничества в сфере образования между Китаем и Россией неразрывно связано с совместной поддержкой правительств обеих стран. Российские учреждения по преподаванию китайского языка должны более активно добиваться поддержки на правительственном уровне. Участие в международных проектах по продвижению китайского языка способствует получению более качественных ресурсов и технологий виртуальной реальности, что позволяет обогатить учебный материал и расширить глубину преподавания. Государственные органы и структуры управления образованием могли бы разработать соответствующие программы, обеспечивающие школы финансированием, оборудованием и подготовкой кадров. Это поможет стандартизировать использование VR в преподавании китайского языка и более эффективно применять его в культурном образовании, тем самым повышая качество обучения.

Заключение

Технология VR открывает новые возможности для изучения китайской культуры российскими студентами, изучающими китайский язык. Благодаря искусственному интеллекту VR создаёт индивидуально ориентированную культурную среду – это помогает:

- восполнить пробелы традиционного обучения;
- глубже усвоить культурные знания;
- усилить культурное восприятие;
- развить межкультурную компетенцию.

Несмотря на существующие вызовы (технические, педагогические и межкультурные), перспективы применения VR в преподавании китайской культуры в России многообещающие — особенно по мере развития технологии и накопления образовательного опыта.

Для успешного внедрения VR в культурное образование потребуется сотрудничество педагогов, разработчиков и политиков. Это даст новый импульс гуманитарным обменам между Китаем и Россией.

Список литературы:

- [1] Атабекова А. А. *Виртуальная реальность в изучении языков: глубокое погружение в культурное многообразие и особенности разных профессий* / А. А. Атабекова. - Текст : электронный // Сноб Медиа: [сайт]. - 2024. – URL: <https://snob.ru/profile/414702/blog/3094850/?ysclid=m8lmooiyeq10723393> (дата обращения: 16.02.2026).
- [2] Аралова С. Г. *Особенности использования VR-технологий в области языкового образования* / С. Г. Аралова, М. С. Кулахметова // Вестник Кокшетауского университета им. Ш. Уалиханова. Серия филологическая. - 2022. - № 1. - С.83-89.
- [3] Бережная Я. В. *Опыт использования очков виртуальной реальности в преподавании англий-*

ского языка: разработка и внедрение собственной методики / Я. В. Бережная // *Инновации. Наука. Образование*. - 2021.- №40. - С. 665- 678.

[4] Диденко Э. Н. Повышение эффективности онлайн-обучения иностранным языкам как многоуровневый процесс в рамках цифровизации образовательной среды / Э.Н. Диденко // *Современное педагогическое образование*. - 2021. - № 5. - С. 36 - 43.

[5] Корнеева Л. И. Зарубежный и российский опыт использования VR-технологий для обучения переводчиков: теоретический анализ и направления будущих исследований / Л. И. Корнеева, В. И. Васильева // *Теория и методы обучения и воспитания*. - 2026.- № 11. - С. 72 - 79.

[6] Мойсеенок Н. С. Использование технологии виртуальной реальности в обучении иностранным языкам / Н.С. Мойсеенок // *Методика преподавания иностранных языков и РКИ: традиции и инновации : сб. науч. трудов IX Междунар. науч.-метод. онлайн-конф., посвящ. Году семьи в России (Курск, 17 апреля. 2024 г.)*. - Курск : Курский государственный медицинский университет, 2024. - С. 277 - 280.

[7] Стенько И. А. Иммерсивные технологии виртуальной реальности в преподавании делового английского языка на примере РУДН им. П. Лумумбы: текущее состояние и перспективы / И. А. Стенько, Н. С. Волкова // *Litera*. - 2025. - № 5. - С. 444- 456.

[8] Танчинец П.П. Применение технологий виртуальной реальности в обучении языкам и межкультурной коммуникации / П.П. Танчинец // *Бюллетень гуманитарных исследований в междисциплинарном научном пространстве*. - 2023.- № 1.- С. 357–359.

[9] Хусаинова М. А. Интеграция технологий виртуальной реальности в процесс обучения иностранным языкам эффективность и методические подходы / М. А. Хусаинова, О. А. Гарифова // *Международный научно-исследовательский журнал*. - 2025. - № 11. - С. 149 - 154.

[10] Гао Хуэйминь. Пути повышения цифровой грамотности преподавателей иностранных языков в вузах / Гао Хуэйминь // *Мир науки, культуры, образования*. - 2024. - № 6. - С. 167 - 170.

References:

[1] Atabekova A. A. Virtual reality in language learning: deep immersion in cultural diversity and features of different professions / A. A. Atabekova. - Text: electronic // *Snob Media: [site]*. - 2024. – URL: <https://snob.ru/profile/414702/blog/3094850/?ysclid=m8lmooiyeq10723393> (access date: 02.16.2026).

[2] Aralova S. G. Features of the use of VR technologies in the field of language education / S. G. Aralova, M. S. Kulakhmetova // *Bulletin of Kokshetau University named after. Sh. Ualikhanov. Philological series*. - 2022. - No. 1. - P.83-89.

[3] Berezhnaya Ya. V. Experience of using virtual reality glasses in teaching English: development and implementation of our own methodology / Ya. V. Berezhnaya // *Innovations. Science. Education*. - 2021.- No. 40. - pp. 665-678.

[4] Didenko E. N. Increasing the effectiveness of online teaching of foreign languages as a multi-level process within the framework of digitalization of the educational environment / E. N. Didenko // *Modern pedagogical education*. - 2021. - No. 5. - P. 36 - 43.

[5] Korneeva L. I. Foreign and Russian experience in using VR technologies for training translators: theoretical analysis and directions for future research / L. I. Korneeva, V. I. Vasilyeva // *Theory and methods of training and education*. - 2026. - No. 11. - P. 72 - 79.

[6] Moiseenok N.S. Using virtual reality technology in teaching foreign languages / N.S. Moiseenok // *Methods of teaching foreign languages and RFL: traditions and innovations: collection. scientific Proceedings of the IX International. scientific method. online conference dedicated to Year of the Family in Russia (Kursk, April 17, 2024)*. - Kursk: Kursk State Medical University, 2024. - P. 277 - 280.

[7] Stenko I. A. Immersive virtual reality technologies in teaching business English using the example of RUDN University. P. Lumumba: current state and prospects / I. A. Stenko, N. S. Volkova // *Litera*. - 2025. - No. 5. - P. 444-456.

[8] Tanchinets P.P. Application of virtual reality technologies in teaching languages and intercultural communication / P.P. Tanchinets // *Bulletin of Humanitarian Research in the Interdisciplinary Scientific Space*. - 2023.- No. 1.- P. 357–359.

[9] Khusainova M. A. Integration of virtual reality technologies into the process of teaching foreign languages, efficiency and methodological approaches / M. A. Khusainova, O. A. Garifova // *International scientific research journal*. - 2025. - No. 11. - P. 149 - 154.

[10] Gao Huimin. Ways to improve digital literacy of foreign language teachers in universities / Gao Huimin // *World of science, culture, education*. - 2024. - No. 6. - P. 167 - 170.

ЧАН Уен Ни,
магистрант,
Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна,
e-mail: lacsinhuyen@gmail.com

ЧАН Данг Тхань,
магистрант,
Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна,
e-mail: Dwgthnh@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ИНОСТРАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ ФЕМИНИСТСКОГО ДИСКУРСА В СОВРЕМЕННОЙ ВЬЕТНАМСКОЙ ПРЕССЕ

Аннотация. Данная статья посвящена комплексному анализу влияния зарубежных литературных произведений на эволюцию гендерной проблематики в медийном пространстве Вьетнама в период с 2016 года по настоящее время. В условиях глобализации вьетнамская пресса становится основной площадкой для рефлексии мировых феминистских трендов, перенесенных через переводы западной и восточноазиатской литературы. Автор исследует, как рецепция текстов Симоны де Бовуар, Вирджинии Вулф, а также современных авторов из Китая и Южной Кореи способствует демонтажу патриархальных стереотипов, глубоко укорененных в конфуцианской этике. В работе применяется методология дискурс-анализа и сравнительного контент-анализа ведущих вьетнамских СМИ. В ходе исследования установлено, что иностранная литература выступает не просто источником сюжетов, но и катализатором лингвистических изменений, внедряя новую терминологию для описания женской телесности, права на самоопределение и профессиональную реализацию. Основным результатом исследования заключается в выявлении парадигмального сдвига в прессе: переход от концепции «феминизма предназначения», ориентированного на семейные роли, к «феминизму автономного субъекта», где женщина рассматривается как независимая личность с правом на духовную и физическую суверенность. Анализируется роль прессы в популяризации образов «новой женщины», которые вступают в диалог с традиционными ценностями, формируя уникальный гибридный дискурс. Статья подчеркивает, что медийная интерпретация зарубежного литературного опыта становится инструментом социальной трансформации вьетнамского общества, способствуя более глубокому пониманию гендерного равенства и расширению прав женщин в современном социокультурном контексте страны.

Ключевые слова: феминизм, вьетнамская пресса, переводная литература, гендерный дискурс, литературная рецепция, культурная трансформация, самоопределение, медиа-анализ.

TRAN Uyen Nhi,
Master's student,
Saint Petersburg State University
of Industrial Technologies and Design

TRAN Dang Thanh,
Master's student,
Saint Petersburg State University
of Industrial Technologies and Design

THE INFLUENCE OF FOREIGN LITERATURE ON THE TRANSFORMATION OF FEMINIST DISCOURSE IN MODERN VIETNAMESE PRESS

Annotation. This article is devoted to a comprehensive analysis of the influence of foreign literary works on the evolution of gender issues in the media space of Vietnam from 2016 to the present. In the context of globalization, the Vietnamese press has become the primary platform for reflecting global feminist trends brought through translations of Western and East Asian literature. The author explores how the reception of texts by Simone de Beauvoir, Virginia Woolf, as well as contemporary authors from China and South Korea, contributes to the dismantling of patriarchal stereotypes deeply rooted in Confucian ethics. The work applies the methodology of discourse analysis and comparative content analysis of leading Vietnamese media outlets. The study found that foreign literature serves not merely as a source of plots but as a catalyst for linguistic changes, introducing new terminology to describe female corporeality, the right to self-determination, and professional fulfillment. The main result of the study is the identification of a paradigmatic shift in the press: a transition from the concept of «feminism of destiny,» focused on family roles, to «feminism of the autonomous subject,» where a woman is viewed as an independent individual with the right to spiritual and physical sovereignty. The role of the press in popularizing images of the «new woman,» which engage in a dialogue with traditional values to form a unique hybrid discourse, is analyzed. The article emphasizes that the media interpretation of foreign literary experience becomes a tool for social transformation in Vietnamese society, contributing to a deeper understanding of gender equality and the empowerment of women in the country's modern socio-cultural context.

Key words: feminism, Vietnamese press, translated literature, gender discourse, literary reception, cultural transformation, self-determination, media analysis.

Постановка проблемы

В эпоху глобализации пресса перестала быть просто инструментом информирования и стала важным культурным пространством для формирования общественного сознания. Проблема феминизма (Feminism) во Вьетнаме претерпевает сильные изменения. Будучи восточноазиатской страной, находившейся под сильным влиянием патриархата, Вьетнам после периода «Обновления» (Doi Moi) постепенно повышает статус женщины в обществе. Одной из движущих сил этих изменений является проникновение феминистских идей через переводную литературу.

От классических трудов, таких как «Второй пол» (Симона де Бовуар) [1], до современных явлений, таких как «Ким Чжи Ен, 1982 года рождения» (Тё Нам Джу) [6] или «Феминизм для всех» (Белл Хукс) [10], иностранная литература предоставила новую теоретическую «экосистему», помогая вьетнамской прессе освободиться от старых стереотипов.

Вышеупомянутые произведения играют роль нового, более доступного подхода для широкой публики и вьетнамской журналистики в частности. Если раньше образ женщины в газетах часто ограничивался рамками «чьей-то жены, чьей-то матери» или феодальными нормами морали (Конг – Зунг – Нгон – Хань), то сейчас появилось новое лицо: независимая, автономная женщина. Иностранная литература выступает в качестве «источника данных» и идей, помогая вьетнамской прессе выстраивать систему теоретических аргументов и более острый критический язык в вопросах гендерного неравенства [13].

Теоретические основы и методы исследования

Системы понятийных инструментов

Для анализа влияния переводной литературы на прессу в исследовании установлены следующие фундаментальные концепции:

- *Дискурс (Discourse)*: Согласно Мишелю Фуко, дискурс — это не просто язык, а система правил, производящая знание и власть [8]. В данной статье феминистский дискурс в прессе понимается как способ использования журналистами слов для переопределения статуса женщины в обществе.

- *Литературная реценция (Literary Reception)*: Процесс, при котором читатель (журналист) не только читает, но также «декодирует» и «реконструирует» сообщения из иностранных произведений, адаптируя их к статьям в контексте вьетнамской культуры [11].

- *Интерсекциональный феминизм (Intersectionality)*: Концепция Кимберле Креншоу, подчеркивающая, что угнетение женщин происходит не только по признаку пола, но и на пересечении с классом, статусом и уровнем образования [17].

Теоретическая база

Теоретическая основа исследования

- *Теория культурного трансфера (Cultural Transfer)*: Рассмотрение того, как феминистские идеи из восточных и западных литературных произведений импортируются и трансформируются для соответствия местной культуре при проникновении во вьетнамскую прессу.

- *Теория установления повестки дня (Agenda Setting Theory)*: Объясняет, как пресса выбирает

темы из литературы (такие как психологическое насилие, право на тело), чтобы превратить их в актуальные проблемы, вынуждая общество к дискуссии [21].

• *Теория гендера и медиа*: Анализ того, как пресса конструирует образ «Новой женщины» на основе современных литературных прототипов [15; 20].

Практическая основа

• *Статистические данные (Quantitative Data)*: Количественный рост статей, содержащих ключевые слова в поддержку феминизма, с 2016 года по настоящее время в газете «Phu Nu Viet Nam» (Орган Центрального правления Союза женщин Вьетнама). Первичными данными для проведения статистического анализа послужил массив публикаций, извлеченный из электронного архива издания «Phụ nữ Việt Nam» (phunuvietnam.vn) за период 2016–2026 гг. Авторами была проведена самостоятельная обработка и систематизация данных для выявления динамики ключевых запросов.

• *Состояние книгоиздания*: Список книг по феминизму, которые постоянно переводятся и переиздаются во Вьетнаме (Издательство «Phu Nu», Издательство «Tre»...). Статус бестселлеров является предпосылкой для того, чтобы пресса использовала их в качестве тем для обсуждения.

Правовая основа

Во Вьетнаме исследования гендера всегда связаны с государственной политикой.

• *Национальная стратегия гендерного равенства (2021–2030 гг.)*: Это важнейшая основа. Пресса является инструментом реализации этой стратегии.

• *Закон о гендерном равенстве (2006 г.)*: Любой дискурс в прессе (даже под иностранным влиянием) должен вращаться вокруг основной правовой базы Вьетнама.

Методы исследования

Для обеспечения объективности и количественной оценки в исследовании используется смешанная методология:

• *Метод контент-анализа (Content Analysis)*: Изучение системы ключевых слов (Keywords) на портале Phunuvietnam.vn в период с 2016 по 2026 год. Единицами анализа являются статьи, содержащие ключевые слова, разделенные на три конкретные группы: группа «Телесные и психологические права», группа «Социальный статус» и группа «Восточноазиатский феминизм».

• *Метод дискурс-анализа (Discourse Analysis)*: Глубокий анализ 50 типичных газетных статей для выявления изменений в отношении и взглядах журналистов на «феминизм» в новую эпоху.

Результаты исследования

Единицы анализа

Ключевые слова разделены на три группы:

- *Группа I: Телесные и психологические права.*
- *Группа II: Социальный статус.*
- *Группа III: Восточноазиатский феминизм.*

Таблица 1. Единицы анализа

Гр.	Ключевые слова (Keywords)	Влиятельные произведения	Пиковый временной период	Значение дискурса в прессе
I	Газлайтинг (Gaslighting), Бодипозитив (Body Positivity), Исцеление, Границы.	• Вегетарианка (Хан Ганг) • Untamed (Гленнон Дойл) • Своя комната (Вирджиния Вулф) • Пробуждение (Кейт Шопен) • История груди (Мэрилин Ялом)	2022-2025	Переход от «молчаливой жертвенности» к «самоуважению и защите ментального здоровья». Предпосылка для того, чтобы пресса писала о женщинах, осмеливающихся жить ради собственных эмоций, а не только ради мужа и детей.
II	Эмпауэрмент, Независимая женщина, Феминизм, Гендерное равенство.	• Феминизм для всех (Белл Хукс) • Lean In (Шерил Сэндберг) • В защиту прав женщин (Мэри Уоллстонкрафт) • Второй пол (Симона де Бовуар)	2017-2020 2024-2026	Основа для продвижения прессой прав на образование и участие в политике. Утверждение лидерства, экономической независимости и справедливости в общественной жизни женщины.

III	Гендерные стереотипы, Послеродовая депрессия, Долг.	• Ким Чжи Ен, 1982 года рождения (Тё Нам Джу) • Кукольный дом (Генрик Ибсен) • Загадка женственности (Бетти Фридан)	2019-2022	Демонтаж образа «идеальной матери и жены», навязанного обществом. Поощрение женщин к поиску и удовлетворению своих личных потребностей.
-----	---	---	-----------	---

Статистика по ключевым словам

Статистические данные ключевых слов в газете «Phụ Nữ Việt Nam» разделены на два периода:

• Период I: С 01.01.2016 по 31.12.2020.

• Период II: С 01.01.2021 по настоящее время.

Таблица 2. Статистика по ключевым словам

Гр.	Ключевые слова	Период I	Период II	Темп роста	Характеристика дискурса
I	Газлайтинг (Gaslighting)	0	42	Впервые появилось	Связано с ментальным здоровьем и гендерным насилием.
	Бодипозитив (Body Positivity)	42	122	+190%	Снятие тревоги по поводу внешности, психологическая поддержка.
	Исцеление	306	~1.201	+292%	Тренд популярной психологии.
	Границы	0	9	Впервые появилось	Установление права на личную автономию.
II	Эмпауэрмент	996	3.580	+259%	Продвижение лидерских ролей и экономического участия.
	Независимая женщина	44	108	+145%	Формирование образа самостоятельной женщины.
	Феминизм	57	115	+101%	Легитимизация теоретических концепций.
	Гендерное равенство	~4.550	~13.300	+192%	Доминирующий дискурс, системный характер.
III	Гендерные стереотипы	~1.810	~6.710	+270%	Критика старых культурных барьеров.
	Послеродовая депрессия	33	77	+133%	Озвучивание «темных сторон» материнского предназначения.
	Долг	38	47	+23,7%	Избирательное сохранение традиционных ценностей.

Источник: составлено авторами на основе данных электронного архива издания «Phụ nữ Việt Nam» (phunuvietnam.vn).

На основе данных исследования за период 2016–2026 гг. в газете «Phụ nữ Việt Nam» (Женщины Вьетнама), были сформулированы следующие ключевые результаты:

Переход от дискурса «Жертвенности» к «Психологической автономии»

Результаты статистики в группе «Телесные и психологические права» демонстрируют взрывной рост самосознания. Наиболее примечательным является появление специализированных терминов, таких как «Газлайтинг» (Gaslighting) и «Личные границы», которые выросли с нулевых

показателей в предыдущем периоде до конкретных цифр в 2021–2026 гг.

• *Расцвет «Исцеления» (Healing):* С темпом роста +292%, это ключевое слово стало «национальным трендом» на страницах газет. Это доказывает мощное влияние эссе Гленнон Дойл và волны популярной психологии [15], помогая журналистам перейти от описания женщин как жертв обстоятельств к темам активного самосохранения и защиты ментального здоровья.

• *Литературное влияние:* Цитирование таких символов, как героини произведений «Пробуж-

дение» (Кейт Шопен) или «Вегетарианка» (Хан Ганг) [11; 13], предоставило прессе «новый язык» для обозначения душевной боли, которая ранее часто скрывалась под эвфемизмом «терпение» (nhẫn nại).

Зрелость дискурса «Социального статуса» и «Системного равенства»

Группа «Социальный статус» зафиксировала наибольшее количество статей, при этом термин «Гендерное равенство» достиг впечатляющего показателя (~13 300 упоминаний) [2; 7].

- *Двойственность пиков (Peaks)*: Достижение пиковых значений в два периода (2017–2020 и 2024–2026 гг.) показывает, что дискурс о правах и власти женщин не является кратковременной модой.

- *Первый этап* (под влиянием Шерил Сэндберг) был сосредоточен на личном успехе (рост «Независимой женщины» на +145%) [20].

- *Второй этап* (под влиянием Белл Хукс [10] и Симоны де Бовуар [1]) носит более системный характер, фокусируясь на «Эмпауэрменте» (+259%) и теории «Феминизма» (+101%).

- *Результат*: Пресса успешно «легализовала» западные теоретические концепции (Мэри Уолстонкрафт) [17], превратив их в практические инструменты борьбы за трудовые и политические права во Вьетнаме.

Дискурсивная борьба в «Восточноазиатском феминизме»: «Стереотипы» против «Предназначения»

Этот блок данных наиболее ярко отражает «столкновение» новых идей с традиционной местной культурой:

- *Декодирование стагнации «Предназначения»*: В то время как термин «Гендерные стереотипы» показал стремительный рост (+270%), ключевое слово «Долг» зафиксировало рекордно низкий рост (+23,7%) [12; 21].

- *Анализ дискурса*: Эти цифры свидетельствуют о поворотном моменте. Пресса больше không использует понятие «Предназначение» как инструмент для удержания женщины исключительно на кухне или в роли идеальной матери. Напротив, под влиянием таких произведений, как «Ким Чжи Ен, 1982 года рождения» [6] или «Кукольный дом» [21], журналистика решительно демонтирует старые культурные барьеры.

- *Следствие*: Рост ключевого слова «Постродовая депрессия» (+133%) является доказательством того, что пресса осмелилась открыто взглянуть на «темные стороны» предназначения, превращая проблему, ранее считавшуюся «деликатной» или «второстепенной», в социально значимую проблему здоровья, требующую защиты

[6; 15].

Трансформация дискурса в газете «Phụ nữ Việt Nam» (Женщины Вьетнама)

От «Эссенциализма» к «Социальному конструктивизму»

Частое появление в 50 исследованных единицах таких произведений, как «Второй пол» (С. де Бовуар) [1] или «Загадка женственности» (Бетти Фридан) [9], свидетельствует о фундаментальном сдвиге:

- *Раньше*: Журналистский дискурс опирался на «Эссенциализм» (Essentialism) [5], рассматривая мягкость, терпение и ведение домашнего хозяйства как врожденную женскую природу.

- *Сейчас*: Через призму иностранной литературы пресса перешла к «Конструктивизму» [4] — утверждению, что «женщиной не рождаются, ею становятся» [1]. Статьи о «гендерных кодах» или «гендерных стереотипах» (№ 35, 37, 43) раскрывают, что «кухня» или «предназначение» на самом деле являются социальными конструктами, навязанными для поддержания традиционного семейного порядка.

Деконструкция мифа о «Предназначении» и «материализация» домашнего труда

Одним из ярких моментов в группе из 50 статей является использование произведения «Ким Чжи Ен, 1982 года рождения» [6] как «интертекстуального зеркала»:

- *Десакрализация кухни*: Феминистская литература Южной Кореи помогла вьетнамской прессе точно назвать происходящее на кухне «неоплачиваемым трудом» и «двойным бременем» [16; 17]. Вместо воспевания жертвенности, статьи (№ 39, 44, 49) ставят вопрос о несправедливости в распределении домашних обязанностей.

- *Трезвый взгляд*: Понятие «брачные издержки/плата за брак» (№ 48), вдохновленное идеями Ибсена («Кукольный дом») [21], демонстрирует переход от эмоционального дискурса (где любая жертва приносится «ради любви») к правовому дискурсу (требование экономической справедливости и статуса внутри семьи).

Рост дискурса автономии (Autonomy Discourse)

Западная литература («Своя комната» В. Вулф) [14] принесла во вьетнамскую прессу «свежий ветер» в вопросах права на личное пространство и духовную собственность:

- *«Своя комната» — «Свой балкон»*: Переход от «общей кухни» к «маминому балкону» (№ 41) или «пространству исцеления» является доказательством того, что женщины возвращают себе право на частную жизнь. Этот дискурс утверждает: женщине необходима пауза вне ролей жены и

матери для восстановления своего «Я» [15; 19].

- *Психологическая независимость*: Термины из современной литературы, такие как Газлайтинг (психологическое манипулирование) или Выгорание (Burnout), помогли женщинам идентифицировать формы ментального насилия, которые раньше ошибочно принимались за «заботу» или «семейные традиции» [15; 17].

Транснациональная связность и модернизация восточноазиатского мышления

Пресса не только сообщает новости, но и выступает «проводником» глобальных феминистских ценностей во вьетнамский контекст:

- Упоминание движения 4В (№ 45) или французских писательниц (№ 32) показывает, что пресса создает синхронизацию между вьетнамскими женщинами и женщинами всего мира [1; 10].

- *Положительная направленность*: Эти изменения не радикализируют гендерные отношения, а направлены на достижение реального равенства. Как участие женщин высокогорных районов в туризме (№ 50), так и нежелание городских женщин рожать детей (№ 44) анализируются с точки зрения социальных структур, заставляя мужчин и политиков менять свои взгляды вместо того, чтобы винить лично женщину [18; 20].

Заключение и обсуждение

Сдвиг дискурса: от «Эссенциализма» к «Социальному конструированию»

В ходе исследования 50 единиц анализа в газете «Phụ nữ Việt Nam» был выявлен четкий сдвиг в системе лексики и идеологии. Журналистский дискурс постепенно отказывается от эссенциалистского взгляда (Essentialism) [5], в пользу социального конструктивизма (Social Constructionism) [4]. Иностранная феминистская литература предоставила вьетнамской прессе острый теоретический инструментарий для деконструкции мифов о «хозяйственности» [10; 13].

Исследование подчеркивает феномен «Интертекстуальности» (Intertextuality) [11] между романом «Ким Чжи Ен, 1982 года рождения» [6] и дискурсом вьетнамской прессы. Культурное сходство стран Восточной Азии обеспечило глубокую рецепцию корейской литературы, помогая вьетнамским женщинам найти «язык» для обозначения тонких несправедливостей в повседневной жизни.

В современном журналистском дискурсе (2025–2026) начали появляться смелые концепции, такие как «Плата за брак», «Движение 4В» или «Газлайтинг». Это свидетельствует о том, что пресса вышла за рамки простой пропаганды и коснулась права на личную автономию (Individual Autonomy) [18; 20]. Послание Вирджинии Вулф [14] материализовалось в дискурсе об «Уголках исцеления» [15; 21].

«Ключевая» роль современной восточноазиатской феминистской литературы

Исследование подчеркивает феномен «Интертекстуальности» (Intertextuality) [11] между романом «Ким Чжи Ен, 1982 года рождения» [6] и дискурсом вьетнамской прессы в период 2022–2026 гг. Это произведение стало «дискурсивной моделью» (discourse model) для освещения таких проблем, как:

- *Послеродовая депрессия и ментальное истощение*: Перевод страданий из статуса «личных, частных» в разряд «социальных, структурных» [6; 15].

- *Конфликт свекрови и невестки*: Анализируется через призму власти и собственности, а не просто как несовпадение характеров [12]. Культурное сходство стран Восточной Азии обеспечило глубокую рецепцию корейской литературы, помогая вьетнамским женщинам найти «язык» для обозначения тонких несправедливостей в повседневной жизни.

Рост дискурса автономии и право на «несовершенство»

В современном журналистском дискурсе (2025–2026) начали появляться смелые концепции, такие как «Плата за брак» [21], «Движение 4В» [10] или «Газлайтинг» [15; 17]. Это свидетельствует о том, что пресса вышла за рамки простой пропаганды государственной политики и коснулась права на личную автономию (Individual Autonomy) [1; 18]. Послание Вирджинии Вулф о «Своей комнате» [14] материализовалось в дискурсе об «Уголках исцеления» или праве женщин среднего возраста «жить иначе» [19]. Женщины больше не прикованы к кухне; их поощряют заниматься туризмом, экономикой и, прежде всего, отдавать приоритет собственному ментальному здоровью вопреки давлению общества [20].

Список литературы:

- [1] Бовуар С. де. *Второй пол* / пер. с франц. – М.: Прогресс, 1997. – 832 с.
- [2] Воронина О. А. *Феминизм и гендерное равенство*. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 320 с.
- [3] Жеребкина И. *Введение в гендерные исследования*. – Харьков: ХЦГИ, 2001. – 416 с.
- [4] Здравомыслова Е. А., Темкина А. А. *Российский гендерный порядок: социологический анализ*.

- СПб.: Изд-во Европейского университета, 2007. – 306 с.
- [5] Пушкарева Н. Л. *Русская женщина: Прошлое и настоящее*. – М.: Лада, 2002. – 468 с.
- [6] Тё Нам Джю. Ким Чжи Ен, 1982 года рождения / пер. на вьет. Ле Хиеп Лам. – Ханой: Hội Nhà Văn, 2020.
- [7] Данг Кань Кхань. *Гендерная социология*. – Ханой: Chính trị Quốc gia, 2011.
- [8] Фуко М. *Археология знания и дискурс об языке*. – Нью-Йорк: Pantheon Books, 1972. 245 с.
- [9] Фридан Б. *Загадка женственности*. – Нью-Йорк: W.W. Norton & Co, 1963. 576 с.
- [10] Хукс Б. *Феминизм для всех: Страстная политика*. – Кембридж: South End Press, 2000.
- [11] Крестева Ю. *Желание в языке: Семиотический подход к литературе и искусству*. – Нью-Йорк: Columbia University Press, 1980. 305 с.
- [12] Ле Нгок Ван. *Семья и изменения семьи во Вьетнаме*. – Ханой: Khoa học Xã hội, 2012. 210 с.
- [13] Нгуен Тхи Минь. *Феминистская критика и трансформация дискурса* // Журнал литературных исследований. – 2020. – № 5. 463 с.
- [14] Вулф В. *Своя комната*. – Лондон: Hogarth Press, 1929.
- [15] Гайденок П. И. *Проблема женской субъектности в современной массовой культуре* // Гендерные исследования в гуманитарных науках. – 2022. – № 12. 98 с.
- [16] Здравомыслова Е. А., Темкина А. А. *12 лекций по гендерной социологии*. – СПб.: Изд-во Европейского университета, 2021. – 768 с.
- [17] Криадо Перес К. *Невидимые женщины: Почему мы живем в мире, созданном для мужчин* / пер. с англ. – М.: Альпина Пабlishер, 2020. – 496 с.
- [18] Пушкарева Н. Л., Мицюк Н. А. *Смещая акценты: от истории женщин к гендерной истории* // Диалог со временем. – 2021. – № 75.
- [19] Радаев В. В. *Миллениалы: Как меняется российское общество*. – М.: Изд. дом ВШЭ, 2020. 307 с.
- [20] Сандберг Ш. *Lean In: Женщины, работа и воля к лидерству*. – М.: Альпина Пабlishер, 2021. 284 с.
- [21] Чернова Ж. В. *Семья как политический вопрос: Государственная семейная политика и современная семья*. – СПб.: Изд-во Европейского университета, 2023. 288 с.

References:

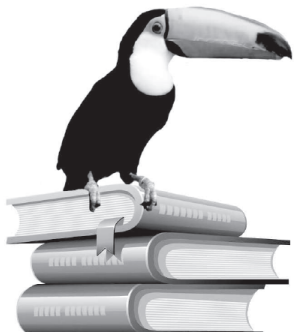
- [1] Beauvoir S. de. **The Second Sex** / trans. from French. – Moscow: Progress, 1997. – 832 p.
- [2] Voronina O. A. **Feminism and Gender Equality**. – Moscow: Aspekt Press, 2004. – 320 p.
- [3] Zhrebkina I. **Introduction to Gender Studies**. – Kharkiv: KhTsGI, 2001. – 416 p.
- [4] Zdravomyslova E. A., Temkina A. A. **The Russian Gender Order: A Sociological Analysis**. – St. Petersburg: European University Press, 2007. – 306 p.
- [5] Pushkareva N. L. **The Russian Woman: Past and Present**. – Moscow: Lada, 2002. – 468 p.
- [6] Cho Nam-joo. **Kim Jiyoung, Born 1982** / trans. into Vietnamese by Le Hiep Lam. – Hanoi: Hội Nhà Văn, 2020.
- [7] Đặng Cảnh Khanh. **Gender Sociology**. – Hanoi: Chính trị Quốc gia, 2011.
- [8] Foucault M. **The Archaeology of Knowledge and the Discourse on Language**. – New York: Pantheon Books, 1972. 245 p.
- [9] Friedan B. **The Feminine Mystique**. – New York: W.W. Norton & Co, 1963. 576 p.
- [10] hooks b. **Feminism Is for Everybody: Passionate Politics**. – Cambridge: South End Press, 2000.
- [11] Kristeva J. **Desire in Language: A Semiotic Approach to Literature and Art**. – New York: Columbia University Press, 1980. 305 p. [12] Le Ngoc Van. *Family and Family Changes in Vietnam*. – Hanoi: Khoa học Xã hội, 2012. 210 p.
- [13] Nguyen Thi Minh. *Feminist Critique and the Transformation of Discourse* // Journal of Literary Studies. – 2020. – No. 5. 463 p.
- [14] Woolf V. *A Room of One's Own*. – London: Hogarth Press, 1929.
- [15] Gaidenko P. I. *The Problem of Female Subjectivity in Contemporary Mass Culture* // Gender Studies in the Humanities. – 2022. – No. 12. 98 p.
- [16] Zdravomyslova E. A., Temkina A. A. *12 Lectures on Gender Sociology*. – St. Petersburg: European University Press, 2021. – 768 p.
- [17] Criado Perez C. *Invisible Women: Exposing Data Bias in a World Designed for Men* / trans. from English. – Moscow: Alpina Publisher, 2020. – 496 p.

[18] Pushkareva N. L., Mitsyuk N. A. *Shifting the Focus: From Women's History to Gender History // Dialogue with Time.* – 2021. – No. 75.

[19] Radaev V. V. *Millennials: How Russian Society Is Changing.* – Moscow: HSE Publishing House, 2020. 307 p.

[20] Sandberg S. *Lean In: Women, Work, and the Will to Lead.* – Moscow: Alpina Publisher, 2021. 284 p.

[21] Chernova Zh. V. *The Family as a Political Issue: State Family Policy and the Contemporary Family.* – St. Petersburg: European University Press, 2023. 288 p.



Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, Е-Library.

ЮРКОМПАНИ
www.law-books.ru

Дата поступления рукописи в редакцию: 07.06.2026 г.

DOI: 10.24412/cl-37390-2026-3-37-43

Дата принятия рукописи в печать: 14.09.2026 г.

ГУАНЬ Пэнпэн,
преподаватель, аспирант,
Цзянсийский Тайхаоский профессиональный колледж анимации,
Алтайский государственный университет,
e-mail: zmzp666@qq.com

СТРУКТУРНЫЕ СДВИГИ В ОБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПРИГРАНИЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ И КИТАЯ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛТАЙСКОГО КРАЯ И СИНЬЦЗЯН-УЙГУРСКОГО АВТОНОМНОГО РАЙОНА

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена структурными сдвигами в обрабатывающей промышленности приграничных регионов России и Китая, происходящими под влиянием геополитических изменений, санкционного давления и реализации инициативы «Пояс и путь». Алтайский край и Синьцзян-Уйгурский автономный район, имея схожее географическое положение, показывают различные промышленные траектории, что формирует неодинаковые запросы к системе подготовки и переподготовки кадров. Цель статьи заключается в сравнительном анализе структурных сдвигов в обрабатывающей промышленности двух регионов с акцентом на педагогическое измерение происходящих трансформаций. Методологическую основу работы составляет сравнительный анализ данных. Промышленные показатели анализировались с учётом компетентностной модели образования, что позволило сопоставить динамику занятости, долю высокотехнологичных отраслей и инвестиции в цифровизацию с актуальными педагогическими потребностями. Научная новизна заключается в интеграции экономического анализа структурных сдвигов с педагогической проекцией, позволяющей обосновать конкретные направления модернизации образовательных программ в приграничных регионах. Результаты показывают, что Алтайский край движется в сторону углублённой переработки сельскохозяйственного сырья и развития машиностроения для агропромышленного комплекса, тогда как Синьцзян-Уйгурский автономный район укрепляет позиции в нефтехимии и текстильной промышленности с экспортной ориентацией. Асимметрия экспортных потоков создаёт дополнительный запрос на трансграничные образовательные программы по логистике, техническому переводу и международному промышленному праву. Практическая значимость работы состоит в формулировании предложений по институциональному оформлению российско-китайского образовательного сотрудничества, включая разработку меморандума о взаимном признании квалификаций, создание трансграничного проектного офиса на базе Алтайского государственного и Синьцзянского университетов, а также внедрение обязательного языкового модуля в инженерные образовательные стандарты обоих регионов.

Ключевые слова: структурные сдвиги, обрабатывающая промышленность, приграничные регионы, Алтайский край, Синьцзян-Уйгурский автономный район, подготовка кадров, педагогическая адаптация, профессиональное образование, российско-китайское сотрудничество.

GUAN Pengpeng,
Lecturer, Postgraduate student,
Jiangxi Taihao Vocational College of Animation,
Altai State University

STRUCTURAL SHIFTS IN THE MANUFACTURING INDUSTRY OF BORDER REGIONS OF RUSSIA AND CHINA: A COMPARATIVE ANALYSIS OF ALTAI KRAI AND XINJIANG UYGHUR AUTONOMOUS REGION

Annotation. *The relevance of this study stems from structural shifts in the manufacturing industries of the border regions of Russia and China, driven by geopolitical changes, sanctions pressure, and the implementation of the Belt and Road Initiative. Altai Krai and the Xinjiang Uyghur Autonomous Region, despite their similar geographic locations, demonstrate different industrial trajectories, which creates different demands on personnel training and retraining systems. The aim of this article is to conduct a comparative analysis of structural shifts in the manufacturing industries of the two regions, with an emphasis on the pedagogical dimension of these transformations. A comparative data analysis serves as the methodological basis for the study. Industrial indicators were analyzed using a competency-based education model, enabling a comparison of employment dynamics, the share of high-tech industries, and investments in digitalization with current pedagogical needs. The scientific novelty lies in the integration of an economic analysis of structural shifts with a pedagogical perspective, allowing for the substantiation of specific areas for modernizing educational programs in the border regions. The results show that the Altai Krai is moving toward more advanced processing of agricultural raw materials and developing mechanical engineering for the agro-industrial complex, while the Xinjiang Uyghur Autonomous Region is strengthening its position in the petrochemical and export-oriented textile industries. The asymmetry in export flows creates additional demand for cross-border educational programs in logistics, technical translation, and international industrial law. The practical significance of this study lies in the formulation of proposals for the institutionalization of Russian-Chinese educational cooperation, including the development of a memorandum on the mutual recognition of qualifications, the creation of a cross-border project office based at Altai State University and Xinjiang University, and the introduction of a mandatory language module into the engineering curricula of both regions.*

Key words: *structural shifts, manufacturing industry, border regions, Altai Krai, Xinjiang Uyghur Autonomous Region, personnel training, pedagogical adaptation, vocational education, Russian-Chinese cooperation.*

Введение

Актуальность темы определяется глобальной неоднородностью промышленной динамики. В одних приграничных регионах наблюдается деиндустриализация, в других запускаются процессы реиндустриализации на новой технологической основе. Алтайский край и Синьцзян-Уйгурский автономный район представляют собой показательную пару для сравнения, так как оба региона вовлечены в российско-китайское приграничное сотрудничество в рамках инициативы «Пояс и путь» [1]. При этом их промышленные траектории расходятся, так, Алтайский край сохраняет аграрно-промышленный профиль с ростом пищевой и машиностроительной обработки [2; 3], а Синьцзян, напротив, превращается в ресурсный и транзитный хаб с доминированием нефтехимии и текстиля. При этом, структурные сдвиги меняют спрос на квалификации, например, высвобождаются целые профессиональные группы и одновременно возникает дефицит новых компетенций. Например, в Алтайском крае занятость в обрабатывающей промышленности составляет около 145 тысяч человек, тогда как в Синьцзяне этот показатель превышает 320 тысяч [4] и разница масштабов требует разных подходов к профориентации и переподготовке.

Цель статьи заключается в сравнительном анализе структурных сдвигов в обрабатывающей промышленности Алтайского края и Синь-

цзян-Уйгурского автономного района.

Методы

В основе работы лежит сравнительный анализ вторичных статистических материалов, официальных отраслевых отчетов и научных публикаций за период 2020–2025 годы. Такой временной охват позволяет учесть постпандемические изменения и реакцию промышленности на новые геополитические условия [5].

Использованы анализ региональных и национальных статистических сводок, также анализировались данные статистических агентств и ежегодные отраслевые отчеты министерств промышленности [3; 4]. Рассчитывалась доля каждой отрасли обрабатывающей промышленности в общем объеме производства региона, что позволило зафиксировать направление и величину структурных сдвигов, а также коэффициент локализации, который помогает выявить устойчивую специализацию региона и отличить временные колебания от системных изменений.

Анализ промышленных данных проводился через призму компетентностной модели образования. Ключевой вопрос звучал так: какие профессиональные компетенции становятся востребованными при каждом конкретном сдвиге и какие образовательные модули необходимо скорректировать или создать заново [6; 7]. Для ответа на этот вопрос сопоставлялись три параметра: динамика занятости в обрабатывающей промышленности;

изменение доли высокотехнологичных отраслей; инвестиционная активность в цифровизацию производства.

Источниками данных выступили открытые базы государственных статистических ведомств, официальные сайты правительств Алтайского края и Синьцзян-Уйгурского автономного района, а также научные статьи.

Результаты

Анализ показал устойчивые различия в промышленной динамике двух приграничных регионов. Алтайский край сохраняет аграрно-промышленный профиль, а наибольший рост за 2020–2025 годы демонстрируют пищевая промышленность и машиностроение. Доля пищевой отрасли увеличилась с 28,5 % до 32,1%, машиностроение выросло с 18,2% до 22,3%. Эти изменения связаны с политикой импортозамещения и локализацией производств в условиях санкционного давления [2; 4]. Одновременно сократилась металлообработка и лесная промышленность [5].

Синьцзян-Уйгурский автономный район демонстрирует иную траекторию, здесь доминируют нефтехимия и текстильная промышленность. Доля химической и нефтехимической отрасли выросла с 22,4% до 25,7%, текстильная лёгкая промышленность увеличилась 20,1%. Машиностроение в Синьцзяне также показывает положительную динамику, хотя его доля остаётся значительно ниже, чем в Алтайском крае. Пищевая промышленность, напротив, незначительно сократилась до 11,8% [4].

Для оценки уровня концентрации отраслей использовался индекс Герфиндаля, рассчитываемый как сумма квадратов долей всех отраслей в общем объёме производства региона. Значение индекса, близкое к 0, говорит о высокой диверсификации, тогда как значение выше 0,20 указывает на умеренную концентрацию рынка, а выше 0,25 на высокую зависимость от узкой группы отраслей. Это означает, что промышленность Синьцзяна

сильнее зависит от нескольких крупных отраслей, прежде всего нефтехимии и текстиля. Алтайский край демонстрирует более диверсифицированную структуру, хотя и с явным смещением в сторону пищевой переработки [8].

Доля высокотехнологичных отраслей в обрабатывающей промышленности Синьцзяна достигает 18%, а в Алтайском крае этот показатель составляет 12%, эта разница объясняется более активной инвестиционной политикой Китая и включённостью Синьцзяна в цепочки добавленной стоимости в рамках инициативы «Пояс и путь» [1; 9]. Инвестиции в цифровизацию промышленности оцениваются в 5,1% от валового регионального продукта по Синьцзяну и 3,2% по Алтайскому краю.

Занятость в обрабатывающей промышленности различается кратно: так, в Синьцзян-Уйгурском автономном районе занято около 320 тысяч человек. В Алтайском крае – 145 тысяч человек. При этом Алтайский край сталкивается с кадровым дефицитом в машиностроении и пищевых технологиях. Синьцзян испытывает потребность в квалифицированных операторах нефтехимических производств и специалистах по текстильному оборудованию, а также в программах адаптации для трудовых мигрантов [6; 7].

Экспортные потоки между регионами и их партнёрами также различаются, объём экспорта продукции обрабатывающей промышленности из Алтайского края в сопредельные китайские провинции оценивается в 45 миллионов долларов США, а обратный поток из Синьцзяна в Россию превышает 120 миллионов долларов. Эта асимметрия создаёт запрос на трансграничные образовательные программы, включая совместные курсы по логистике, таможенному оформлению и техническому переводу [10; 11]. Ключевые индикаторы структурных сдвигов и педагогические потребности, средние значения за 2020–2025 годы приведены в таблице 1.

Таблица 1. Ключевые индикаторы структурных сдвигов и педагогические потребности

Индикатор	Алтайский край	Синьцзян-Уйгурский АР	Педагогические импликации
Индекс Герфиндаля	0,18	0,25	Алтайский край нуждается в диверсификации. Необходимы программы переподготовки в сфере ИТ и точного машиностроения
Доля высокотехнологичных отраслей, процент	12	18	Синьцзян требует фокуса на инженерные специальности. Эффективно дуальное образование по нефтехимическим профилям

Занятость в обрабатывающей промышленности, тысяч человек	145	320	В России ощущается дефицит кадров. Нужна профориентация в вузах и колледжах. В Китае востребованы языковые и миграционные программы
Экспорт в партнёрский регион, миллионов долларов США	45	120	Целесообразно развивать трансграничное обучение. Совместные курсы по логистике, техническому переводу и международному праву
Инвестиции в цифровизацию от валового регионального продукта, процент	3,2	5,1	Педагогика требует внедрения онлайн-платформ. Актуальны симуляторы промышленных процессов для индустрии 4.0

Составлено по материалам [12; 13; 14]

Полученные результаты подтверждают исходную гипотезу, так, структурные сдвиги в Алтайском крае действительно ориентированы на пищевую и машиностроительную обработку, а в Синоцзян-Уйгурском автономном районе доминируют нефтехимия и текстиль. Эти различия порождают непохожие педагогические запросы, например, в Алтайском крае востребованы модульные программы бакалавриата по направлению «Технологии пищевых производств и машиностроение для АПК», а в Синоцзяне приоритет отдаётся дуальному обучению по нефтехимии и ускоренным курсам для трудовых мигрантов в текстильной промышленности. Оба региона нуждаются в развитии цифровых компетенций, но с разной отраслевой спецификой.

Обсуждение

Полученные результаты позволяют говорить о глубоких различиях в промышленной динамике двух приграничных регионов. Алтайский край движется в сторону углублённой переработки сельскохозяйственного сырья и развития машиностроения для агропромышленного комплекса, тогда как Синоцзян-Уйгурский автономный район укрепляет позиции в нефтехимии и текстиле, сохраняя экспортную ориентацию на рынки Центральной Азии и собственно Китая [3; 5]. Эти разнонаправленные траектории не являются случайными, они укоренены в разных моделях региональной политики. Алтайский край действует в логике импортозамещения и продовольственной безопасности, а Синоцзян интегрирован в глобальные цепочки добавленной стоимости через инициативу «Пояс и путь» [1; 9].

В Алтайском крае дефицит кадров ощущается острее, чем в Синоцзяне, занятость в обрабатывающей промышленности меньше, чем в Синоцзяне [4], при этом образовательная система Алтайского края не успевает за изменениями. Университет-

ские программы часто сохраняют инерцию прошлых десятилетий, например, подготовка по лесной промышленности всё ещё занимает значительное место, хотя доля этой отрасли сократилась с 11,5%. В то же время машиностроение выросло на 4,2 п.п., а число целевых мест в вузах по инженерным специальностям увеличилось незначительно [3; 7].

В Синоцзян-Уйгурском автономном районе ситуация иная, здесь система профессионального образования более гибко реагирует на запросы промышленности, дуальное обучение на нефтехимических предприятиях Урумчи и текстильных комбинатах Кашгара позволяет быстро закрывать текущие потребности в кадрах [3]. Однако есть и своя проблема – высокая доля трудовых мигрантов в текстильной промышленности требует не только профессиональных, но и языковых компетенций, рабочие, приезжающие из других провинций Китая, нуждаются в курсах уйгурского и русского языков для работы на приграничных рынках, этот аспект пока остаётся недостаточно проработанным [6].

Для Алтайского края ключевым фактором стали геополитические изменения и санкционное давление, уход западных поставщиков оборудования стимулировал развитие собственного машиностроения, пусть и с технологическим отставанием [2]. Для Синоцзяна основным драйвером выступает государственная политика КНР, инвестиции в нефтехимию и транспортную инфраструктуру в рамках «Пояса и пути» создали устойчивый спрос на соответствующие специальности [10; 11].

На данный момент совместные программы между Алтайским государственным университетом и вузами Урумчи носят скорее декларативный характер. Реальных совместных курсов по логистике, техническому переводу и промышленной безопасности крайне мало, хотя асимметрия экс-

портных потоков ясно указывает на потребность в таких программах. Это означает, что российским специалистам чаще приходится взаимодействовать с китайскими партнёрами, чем наоборот и знание китайского языка и понимание техниче-

ских стандартов КНР становятся конкурентным преимуществом. Сравнение факторов структурных сдвигов и образовательных ответов в двух регионах приведено в таблице 2.

Таблица 2. Сравнение факторов структурных сдвигов и образовательных ответов в двух регионах

Фактор или параметр	Алтайский край	Синьцзян-Уйгурский АР	Образовательный ответ
Ведущий драйвер сдвигов	Импортозамещение, санкции, продовольственная безопасность	Государственные инвестиции, инициатива «Пояс и путь», экспортная ориентация	Алтайский край нуждается в программах импортозамещающего машиностроения. Синьцзян нуждается в подготовке для глобальных цепочек поставок
Наиболее динамичные отрасли	Пищевая промышленность, машиностроение для АПК	Нефтехимия, текстиль, машиностроение	В Алтайском крае востребованы технологии пищевых производств и инженеры-механики. В Синьцзяне востребованы нефтехимики и операторы текстильного оборудования
Сокращающиеся отрасли	Лесная промышленность, металлообработка	Пищевая промышленность, прочие отрасли	В Алтайском крае нужны программы переподготовки из лесного сектора в машиностроение. В Синьцзяне нужна поддержка мобильности рабочей силы
Дефицит компетенций	ИТ в машиностроении, цифровые двойники, технический перевод	Языковая адаптация мигрантов, нефтехимическая инженерия, логистика	Оба региона выиграют от онлайн-платформ с симуляторами промышленных процессов и курсами технического перевода
Трансграничное измерение	Экспорт 45 млн долларов, импорт 120 млн долларов	Импорт из РФ 45 млн долларов, экспорт в РФ 120 млн долларов	Необходимы совместные магистерские программы по логистике и международному промышленному праву. Востребованы курсы китайского для инженеров Алтая и русского для менеджеров Синьцзяна

Педагогические рекомендации, вытекающие из анализа, можно сформулировать в виде трёх предложений, так, в Федеральные государственные образовательные стандарты по инженерным и рабочим специальностям следует включить модули по трансграничной кооперации. Это могут быть курсы по техническому переводу, основам таможенного регулирования и межкультурной коммуникации в промышленности. Студенты Алтайского края могут проходить практику на предприятиях Синьцзяна, а студенты из Китая – на заводах Алтайского края. Структурные сдвиги создают риски для занятости, так, педагогам следует включать в программы кейсы по профессиональной переориентации, например, как

работнику лесной промышленности переквалифицироваться в оператора станков с числовым программным управлением.

Заключение

Проведённый анализ подтвердил, что структурные сдвиги в обрабатывающей промышленности Алтайского края и Синьцзян-Уйгурского автономного района носят разнонаправленный характер, что формирует дифференцированный запрос к системе профессионального образования. Расхождения касаются не только отраслевой специализации, но и масштабов занятости, уровня цифровизации и степени интеграции в глобальные цепочки поставок.

Таким образом целесообразна разработка двустороннего соглашения о взаимном признании квалификаций. Это снизит барьеры для академической мобильности и стажировок. Возможно создание постоянно действующего трансграничного проектного офиса, а также целесообразно учредить координационный центр для разработки и реализации совместных магистерских программ двойных дипломов.

Необходимо внедрение обязательного языкового модуля в инженерные образовательные стандарты. Учитывая асимметрию экспортных

потоков и дефицит специалистов, владеющих технической терминологией на русском и китайском языках, предлагается включить в учебные планы инженерных специальностей обоих регионов модуль «Профессионально-ориентированный перевод и межкультурная коммуникация в промышленности».

Реализация указанных мер позволит смягчить кадровые дефициты и создать устойчивую институциональную основу для углубления российско-китайского образовательного сотрудничества в приграничных регионах.

Список литературы:

- [1] Воронова, Т. А. Сотрудничество России и Китая в условиях трансформации глобализационных процессов: вопросы экономической безопасности российской экономики / Т. А. Воронова, Е. С. Новикова // Экономика, предпринимательство и право. – 2023. – Т. 13, № 11. – С. 4673–4688.
- [2] Воробьева, В. В. Оценка структурных сдвигов в экспорте продукции предприятий АПК Алтайского края / В. В. Воробьева // Алтайский вестник государственной и муниципальной службы. – 2021. – № 19. – С. 73–74.
- [3] Болденков, А. В. Промышленное производство как фундаментальная составляющая экономики Алтайского края / А. В. Болденков, О. А. Лисутин, Е. В. Трусевич // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2023. – № 3 (53). – С. 14–23.
- [4] Lobova, S. Partnership Profile of PRC Xinjiang Uygur Autonomous Region in the Context of Economic Cooperation in the Great Altai Space / S. Lobova, S. Bocharov, M. Butakova // Economics Profession Business. – 2024. – P. 49–61.
- [5] Кашин, В. Б. Приграничное сотрудничество между Россией и Китаем: глубинные препятствия развития / В. Б. Кашин, А. Д. Янькова // Проблемы Дальнего Востока. – 2022. – № 4. – С. 41–55.
- [6] Кибальченко, А. С. Структурные сдвиги и адаптационный потенциал регионов России в условиях внешних шоков / А. С. Кибальченко, Ю. Ю. Орешкина, М. Д. Хабиб // Финансы и управление. – 2025. – № 4. – С. 190–212.
- [7] Гуань, Шаоян. Подготовка высококвалифицированных русскоязычных специалистов на международном уровне в профессиональных колледжах Ляонина в контексте инициативы «Пояс и путь» / Шаоян Гуань // Мир науки, культуры, образования. – 2025. – № 3 (112). – С. 97–99.
- [8] Гудкова, Е. В. Инновационный режим изменений структуры обрабатывающей промышленности Дальнего Востока / Е. В. Гудкова // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 1. – С. 523–544.
- [9] Мосяков, Д. В. Некоторые аспекты китайско-российского регионального сотрудничества после начала СВО / Д. В. Мосяков // Юго-Восточная Азия: актуальные проблемы развития. – 2023. – Т. 4, № 3 (60). – С. 11–19.
- [10] Петушкова, В. В. Соседство с Китаем как фактор социально-экономического развития Дальнего Востока России / В. В. Петушкова // Экономические и социальные проблемы России. – 2024. – № 4 (60). – С. 63–79.
- [11] Китай и Евразийский регион: анализ инвестиционных потоков на основе Мониторинга взаимных инвестиций ЕАБР // [Электронный ресурс]. – URL: https://eabr.org/upload/iblock/ca4/EDB_2025_MMI_China_Report_Rus.pdf (дата обращения: 19.05.2026).
- [12] Отчет по промышленности Алтайского края // [Электронный ресурс]. – URL: <https://altairegion22.ru/territory/ekonomika/industry/promyshlennost.php> (дата обращения: 19.05.2026).
- [13] Национальное бюро статистики КНР. Статистический ежегодник // [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/yearbook/> (дата обращения: 19.05.2026).
- [14] Алтайкрайстат. Промышленное производство в Алтайском крае // [Электронный ресурс]. – URL: <https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC11-2025.pdf> (дата обращения: 19.05.2026).

References:

- [1] Voronova, T. A. Cooperation between Russia and China amidst the transformation of globalization processes: issues of Russia's economic security / T. A. Voronova, E. S. Novikova // *Economics, Entrepreneurship and Law*. – 2023. – Vol. 13, No. 11. – P. 4673–4688.
- [2] Vorobyeva, V. V. Assessment of structural shifts in the export of products from agro-industrial enterprises in the Altai Territory / V. V. Vorobyeva // *Altai Bulletin of State and Municipal Service*. – 2021. – No. 19. – P. 73–74.
- [3] Boldenkov, A. V. Industrial production as a fundamental component of the Altai Territory's economy / A. V. Boldenkov, O. A. Lisutin, E. V. Trusevich // *Problems of Socio-Economic Development of Siberia*. – 2023. – No. 3 (53). – P. 14–23.
- [4] Lobova, S. Partnership Profile of PRC Xinjiang Uygur Autonomous Region in the Context of Economic Cooperation in the Great Altai Space / S. Lobova, S. Bocharov, M. Butakova // *Economics Profession Business*. – 2024. – P. 49–61.
- [5] Kashin, V. B. Cross-border cooperation between Russia and China: deep-seated obstacles to development / V. B. Kashin, A. D. Yankova // *Problems of the Far East*. – 2022. – No. 4. – P. 41–55.
- [6] Kibalchenko, A. S. Structural shifts and the adaptive potential of Russian regions amidst external shocks / A. S. Kibalchenko, Yu. Yu. Oreshkina, M. D. Khabib // *Finance and Management*. – 2025. – No. 4. – P. 190–212.
- [7] Guan, Shaoyang. Training of highly qualified Russian-speaking specialists at an international level in Liaoning vocational colleges within the context of the Belt and Road Initiative / Shaoyang Guan // *World of Science, Culture and Education*. – 2025. – No. 3 (112). – P. 97–99.
- [8] Gudkova, E. V. Innovative regime of structural changes in the manufacturing industry of the Russian Far East / E. V. Gudkova // *Economics, Entrepreneurship and Law*. – 2025. – Vol. 15, No. 1. – P. 523–544.
- [9] Mosyakov, D. V. Some aspects of Chinese-Russian regional cooperation following the start of the Special Military Operation / D. V. Mosyakov // *Southeast Asia: Current Development Issues*. – 2023. – Vol. 4, No. 3 (60). – P. 11–19.
- [10] Petushkova, V. V. Proximity to China as a factor in the socio-economic development of the Russian Far East / V. V. Petushkova // *Economic and Social Problems of Russia*. – 2024. – No. 4 (60). – P. 63–79.
- [11] China and the Eurasian Region: Analysis of investment flows based on the EDB Monitoring of Mutual Investments // [Electronic resource]. – URL: https://eabr.org/upload/iblock/ca4/EDB_2025_MMI_China_Report_Rus.pdf (accessed: May 19, 2026).
- [12] Report on the industry of Altai Krai // [Electronic resource]. – URL: <https://altairegion22.ru/territory/ekonomika/industry/promyshlennost.php> (accessed: 19.05.2026).
- [13] National Bureau of Statistics of China. Statistical Yearbook // [Electronic resource]. – URL: <https://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/yearbook/> (accessed: 19.05.2026).
- [14] Altaikraistat. Industrial Production in Altai Krai // [Electronic resource]. – URL: <https://22.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC11-2025.pdf> (accessed: 19.05.2026).

СМОЛИНА Софья Алексеевна,
магистрант,
Северный (арктический) федеральный
университет им. М.В. Ломоносова,
e-mail: Smolinal16@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА АРКТИЧЕСКИХ СТРАН В СФЕРЕ СОЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ МНОГОДЕТНЫХ СЕМЕЙ

Аннотация. В статье проведён сравнительный анализ моделей социальной защиты многодетных семей в арктических странах. Цель исследования заключается в сравнительном анализе моделей социальной защиты многодетных семей в арктических странах. Показано, что в Норвегии, Швеции и Финляндии базовые пособия на детей носят универсальный характер и усиливаются с ростом числа детей, тогда как в Канаде, на Аляске и в российских арктических регионах ключевые выплаты тесно связаны с критерием нуждаемости и формальным статусом малообеспеченной семьи. Описаны размеры и условия получения детских пособий и налоговых льгот в каждой из стран, а также предложены направления адаптации зарубежного опыта к условиям Арктической зоны Российской Федерации, включая усиление универсальных мер поддержки, пересмотр логики адресности, привязку выплат к реальной стоимости жизни на Севере, развитие услуг и специальную поддержку коренных и удалённых сообществ.

Ключевые слова: многодетная семья, социальная защита, арктические страны, Арктическая зона Российской Федерации, бедность, семейная политика.

SMOLINA Sofya Alekseevna,
Master's Student,
Northern (Arctic) Federal University
named after M.V. Lomonosov

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE INTERNATIONAL EXPERIENCE OF ARCTIC COUNTRIES IN THE FIELD OF SOCIAL PROTECTION OF LARGE FAMILIES

Annotation. The article provides a comparative analysis of the social protection models for large families in the Arctic countries. The purpose of the study is to conduct a comparative analysis of the social protection models for large families in the Arctic countries. It is shown that in Norway, Sweden, and Finland, basic child benefits are universal and increase with the number of children, while in Canada, Alaska, and the Russian Arctic regions, key benefits are closely linked to the need criterion and the formal status of a low-income family. The article describes the amounts and conditions for receiving child benefits and tax incentives in each country, and suggests ways to adapt foreign experience to the conditions of the Arctic zone of the Russian Federation, including strengthening universal support measures, revising the logic of targeting, linking payments to the real cost of living in the North, developing services, and providing special support to indigenous and remote communities.

Key words: Large family, social protection, Arctic countries, Arctic zone of the Russian Federation, poverty, family policy.

Мировой опыт показывает, что единой модели поддержки многодетных семей не существует. Арктические государства решают эту задачу по-разному, что связано с различиями в экономике, социальной политике и географических условиях. При этом все они сталкиваются с

общими вызовами - это высокими расходами на жизнь, удалённостью населённых пунктов и суровым климатом [8].

В странах Северной Европы базовые пособия носят универсальный характер. В моделях Канады, Аляски и российских арктических регионов

ключевые меры привязаны к критерию нуждаемости [9]. Это означает, что для получения максимальной поддержки многодетная семья должна официально подтвердить статус малоимущей.

Скандинавские страны демонстрируют максимально предсказуемую и равноправную систему. Например, в Норвегии базовое детское пособие составляет примерно 170–180 евро в месяц на каждого ребёнка [5]. Для жителей северных коммун Финнмарка и Шпицбергена предусмотрена дополнительная северная надбавка. Это увеличивает общую сумму примерно на 500 крон в месяц. Таким образом, семья с тремя детьми, живущая на севере Норвегии, ежемесячно получает около 7 500 крон только в виде детских пособий. Доход родителей при назначении этой выплаты не проверяется. Налоговых льгот для семей здесь немного. Вся поддержка строится именно на прямых денежных выплатах и доступных государственных услугах.

Похожая картина наблюдается и в Швеции, там действует универсальное пособие в 1 250 крон на ребёнка ежемесячно. Особенность шведской системы - это прогрессивная надбавка за многодетность [4]. Семья с тремя детьми получает уже не 3 750, а 4 480 крон, с четырьмя детьми порядка 6 740 крон. Каждый следующий ребёнок приносит ощутимую прибавку. Доход семьи по-прежнему не важен, поддержка автоматически растёт вместе с количеством детей, что делает многодетность не фактором риска бедности, а нормальной жизненной стратегией.

В Финляндии модель социальной защиты строится на тех же принципах. Базовое пособие увеличивается, начиная с третьего ребёнка. Спецификой страны можно назвать пособие по уходу за маленьким ребёнком на дому. Оно выплачивается, если семья не пользуется муниципальным детским садом. Для жителей северных муниципалитетов существуют дополнительные компенсации затрат на транспорт и питание. Эти надбавки особенно важны для семей, которые живут далеко от крупных центров и вынуждены тратить значительные средства на дорогу и продукты. Исландия занимает промежуточную позицию. Её система сочетает универсальную базу и доходную надбавку. Чем ниже доход семьи и чем больше в ней детей, тем выше размер пособия. Это позволяет, с одной стороны, помогать всем, а с другой - оказывать дополнительную поддержку тем, кто действительно испытывает финансовые трудности [5].

Далее рассмотрим североамериканские подходы, которые значительно отличаются. В Канаде федеральное пособие Canada Child Benefit напрямую зависит от совокупного дохода семьи.

В 2023–2024 годах максимальная выплата на ребёнка до 6 лет может достигать 7 437 канадских долларов в год, на ребёнка от 6 до 17 лет - до 6 275 долларов [1]. Для семьи с низким доходом и тремя маленькими детьми это означает более 1 700 долларов в месяц. Важно понимать, что такие высокие суммы получают именно семьи с заработком ниже установленного порога. По мере роста дохода размер пособия плавно снижается [7]. Это формирует эффект «порога доходов», при котором незначительное увеличение заработной платы влечёт за собой сокращение объёма социальных трансфертов. Жители северных территорий получают дополнительные региональные доплаты и субсидии. Их задача компенсировать экстремально высокую стоимость жизни в Арктике. Налоговые кредиты на детей также играют значительную роль, они напрямую уменьшают сумму налога к уплате или возвращаются деньгами.

На Аляске поддержка здесь делится на федеральный и штатный уровни. Федеральные программы вроде SNAP ориентированы строго на малообеспеченных. Меры штата, напротив, могут быть привязаны к факту проживания в регионе. Самая известная из них – это выплаты из Постоянного фонда Аляски, их получает каждый житель, включая детей. Таким образом, многодетная семья получает сумму, кратную количеству человек. Временная программа расширенного налогового кредита на детей в 2021 году продемонстрировала высокую эффективность. Ежемесячные выплаты в 250–300 долларов на ребёнка позволили значительно снизить уровень продовольственной недостаточности. Однако эта программа носила временный характер, что подчеркнуло уязвимость модели, зависящей от политических решений [5].

Что касается России и её арктических регионов, система выстроена вокруг сочетания нескольких видов поддержки. Сюда входят федеральные пособия, материнский капитал, ежемесячные выплаты на третьего и последующих детей, региональные льготы и северные надбавки к зарплате. Ключевое отличие от скандинавской модели в том, что многие выплаты предоставляются при условии нуждаемости. Типичный критерий – это среднедушевой доход не выше 1,5 прожиточного минимума. Это приводит к тому, что многодетная семья на Севере получает полный пакет поддержки только в одном случае, если она одновременно имеет статус и многодетной, и малоимущей [6]. Налоговые вычеты на детей несколько смягчают нагрузку на бюджет семьи, но при невысоких зарплатах их эффект ограничен.

Сравнение этих моделей позволяет сделать несколько важных выводов. К преимуществам скан-

динавского подхода относится предсказуемость мер поддержки и отсутствие зависимости базовых выплат от уровня дохода семьи. Многодетность служит прямым основанием для получения повышенных трансфертов, что исключает риск сокращения помощи при незначительном росте заработной платы. Это снижает бюрократическую нагрузку и формирует у семьи чувство защищённости. Канадский и американский опыт показывает, что доход можно и нужно учитывать, но механизмы должны быть гибкими. Снижение или прекращение выплат при превышении установленного порога дохода снижает стимулы к официальному трудоустройству и может рассматриваться как недостаток адресной модели. Для северных территорий это особенно критично, потому что стоимость жизни там объективно выше [7].

Статистические данные показывают устойчивую взаимосвязь между устройством системы поддержки и уровнем благосостояния многодетных семей. Наиболее заметных успехов добились государства, придерживающиеся универсального подхода. В Норвегии фиксируется рекордно низкое с 2016 года число детей в семьях с низкими доходами - 12,3%, в Финляндии — 9,7%. В Швеции аналогичный показатель достигал 19,8%, однако без социальных трансфертов он поднялся бы до 32%, что свидетельствует о критической роли последних [9].

Адресная модель, реализованная в Канаде, также принесла ощутимые результаты: с момента запуска программы Canada Child Benefit в 2016 году доля детей за чертой бедности сократилась с 16,3% до 10,7% в 2023 году, а сама программа за один год предотвратила попадание в бедность более 580 000 детей. Выплаты из Постоянного фонда Аляски (PFD), носящие универсальный характер, уменьшают общий уровень бедности в штате на 20–40%. По мнению экспертов, без этого дохода доля детей в бедных семьях возросла бы с 10% до 15% [2].

На этом фоне особо выделяется прогресс России: с 2020 по 2024 год уровень бедности среди многодетных семей снизился почти вдвое - с 38,1% до 20%, что во многом связывается с введением единого детского пособия. Вместе с тем, в отличие от скандинавских стран, где пособия практически выравнивают положение семей независимо от числа детей, в Российской Федерации сохраняется значительный разрыв: при общем уровне бедности в 7,2% среди многодетных он по-прежнему превышает 30%, что подчёркивает необходимость дальнейшего совершенствования системы [10].

Основываясь на этом сравнении, можно сфор-

мулировать несколько предложений по адаптации лучших практик к условиям Арктической зоны РФ. Прежде всего, целесообразно рассмотреть введение универсальной региональной надбавки на детей в арктических субъектах. Она не должна зависеть от критерия нуждаемости. Основанием для выплаты должен быть сам факт проживания семьи с детьми в суровых климатических и дорогих условиях Арктики. Это может быть реализовано в форме повышающего коэффициента к федеральным выплатам при рождении третьего и последующего ребёнка.

Полезным было бы и применение логики «арктического пакета». Речь идёт о разделении мер на два уровня. Первый уровень – базовый, он предоставляется всем семьям с детьми, живущим на Севере. Сюда могут войти фиксированная доплата, льготы на транспорт и питание, приоритетный доступ к части услуг. Второй уровень - усиленный адресный пакет, который предназначен для семей с доходом действительно ниже определённого порога и включает дополнительные денежные выплаты [6]. Такой подход решает проблему, когда семья с доходом чуть выше 1,5 прожиточных минимумов полностью выпадает из системы поддержки, хотя её реальные северные расходы остаются такими же высокими.

Крайне важно привязать размер поддержки к реальной стоимости жизни на конкретной территории. Норвежские северные надбавки, канадские территориальные субсидии и компенсации на Аляске имеют одну общую черту: они рассчитываются, исходя из дополнительных расходов на отопление, транспорт и продукты. Для Арктической зоны РФ можно предложить индексацию ключевых детских пособий по «северному» коэффициенту. Такой коэффициент должен учитывать стоимость минимальной потребительской корзины в арктических районах, а не усреднённые показатели по субъекту федерации. Также необходимо ввести отдельные целевые компенсации на зимнюю одежду, топливо и организованные перевозки детей в опорные школы и больницы. В удалённых посёлках именно эти расходы создают основную финансовую нагрузку на семейный бюджет.

Нельзя забывать и о доступности услуг, например, Скандинавский опыт доказывает, что денежные пособия работают эффективнее, когда семья без проблем может устроить ребёнка в сад, получить медицинскую помощь или оставить детей в продлённой группе. Применительно к Архангельской области и другим северным субъектам это означает расширение сети дошкольных учреждений в городах и опорных посёлках. Для малых и труднодоступных деревень необходимо развивать

мобильные формы обслуживания. Это могут быть выездные бригады социальных работников, передвижные центры временного пребывания детей, службы «социальных нянь». Упрощение бюрократических процедур при записи в сад или школу должно стать приоритетом [6].

Подводя итог, можно сказать, что изученный международный опыт даёт несколько базовых принципов для совершенствования российской системы. Это универсальность базовой поддержки, гибкая адресность, привязка выплат к север-

ной стоимости жизни и приоритетное развитие социальной инфраструктуры. Уже сейчас российская статистика фиксирует позитивную динамику: доля малоимущих многодетных семей впервые сократилась до 20%, а общая бедность в стране достигла исторического минимума в 7,2%. Дальнейшее сочетание этих элементов позволит закрепить успех и окончательно превратить многодетную семью в Арктике из объекта постоянной нужды в устойчивую и поддержанную государством ячейку общества.

Список литературы:

[1] *Immigration News Canada. Новые выплаты по пособию Canada Child Benefit в 2023 году: сколько можно получить. 2023. // Электрон. Дан. – URL: <https://immigrationnewscanada.ca/new-canada-child-benefit-payment-2023/> - (дата обращения: 15.04.2026).*

[2] *Nordic Statistics. Record low fertility in the Nordics. – Nordic Statistics Database, 2025. // Электрон. Дан. – URL: <https://www.nordicstatistics.org/news/record-low-fertility-in-the-nordics/> – (дата обращения: 01.04.2026).*

[3] *Statistics Iceland. Population and fertility statistics. – Reykjavik: Statistics Iceland, 2023–2024. – Birth statistics. // Электрон. Дан. – URL: <https://statice.is/publications/news-archive/inhabitants/births-2024/> – (дата обращения: 11.04.2026).*

[4] *The Arctic Institute. Is the future of the European Arctic socially sustainable? – The Arctic Institute, 2023. // Электрон. Дан. – URL: <https://www.thearcticinstitute.org/future-european-arctic-socially-sustainable/> – (дата обращения: 11.04.2026).*

[5] *World Bank. World Development Indicators: Fertility rate, total (births per woman). Data for Norway, Sweden, Finland, Iceland, Canada, United States, Russian Federation. // Электрон. Дан. – URL: <https://genderdata.worldbank.org/en/indicator/sp-dyn-tftr-in> – (дата обращения: 10.04.2026).*

[6] *Осадчая Г. И., Зырянова Н. И. Социализация детей в многодетных семьях: региональный контекст // Социологические исследования. – 2020. – № 9. – С. 92–101.*

[7] *Сахаров, А. Г. Устойчивое развитие арктических территорий Канады: цели и результаты / А. Г. Сахаров, И. В. Андропова // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика ; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». - 2020. - С. 140-162.*

[8] *Смирнова О. О., Липина С. А., Кудряшова Е. В. и др. Арктика: стратегия развития : монография / под общ. ред. С. А. Липиной, О. О. Смирновой, Е. В. Кудряшовой. – Архангельск : САФУ, 2019. – 338 с.*

[9] *Социальная Арктика. Практики социального партнерства в развитии арктических территорий: научно-аналитический доклад / Е. Е. Торопушина, Е. П. Башмакова, Л. А. Рябова ; под науч. ред. Е. Е. Торопушиной. — Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН, 2020. — 76 с.*

[10] *Холостова Е. И. Социальная защита населения: теория и практика. – М.: Дашков и К, 2020. – 432 с.*

References:

[1] *Immigration News Canada. New Canada Child Benefit payments in 2023: how much you can receive. 2023. // Electronic data. – URL: <https://immigrationnewscanada.ca/new-canada-child-benefit-payment-2023/> – (accessed: 15.04.2026).*

[2] *Nordic Statistics. Record low fertility in the Nordics. – Nordic Statistics Database, 2025. // Electronic data. – URL: <https://www.nordicstatistics.org/news/record-low-fertility-in-the-nordics/> – (accessed: 01.04.2026).*

[3] *Statistics Iceland. Population and fertility statistics. – Reykjavik: Statistics Iceland, 2023–2024. – Birth statistics. // Electronic data. – URL: <https://statice.is/publications/news-archive/inhabitants/births-2024/> – (accessed: 11.04.2026).*

[4] *The Arctic Institute. Is the future of the European Arctic socially sustainable? – The Arctic Institute, 2023. // Electronic data. – URL: <https://www.thearcticinstitute.org/future-european-arctic-socially-sustainable/>*

sustainable/ – (accessed: 11.04.2026).

[5] World Bank. World Development Indicators: Fertility rate, total (births per woman). Data for Norway, Sweden, Finland, Iceland, Canada, United States, Russian Federation. // Electronic data. – URL: <https://genderdata.worldbank.org/en/indicator/sp-dyn-tftr-in> – (accessed: 10.04.2026).

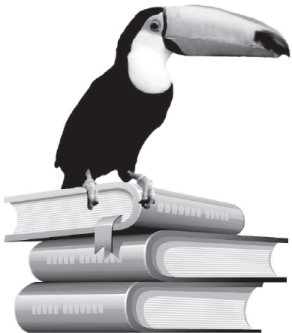
[6] Osadchaya G. I., Zyryanova N. I. Socialization of children in large families: regional context // Sociological Studies. – 2020. – No. 9. – P. 92–101.

[7] Sakharov, A. G. Sustainable Development of Canada's Arctic Territories: Goals and Results / A. G. Sakharov, I. V. Andronova // International Organisations Research Journal: Education, Science, New Economy; National Research University Higher School of Economics. – 2020. – P. 140–162.

[8] Smirnova O. O., Lipina S. A., Kudryashova E. V., et al. The Arctic: Development Strategy : Monograph / Ed. by S. A. Lipina, O. O. Smirnova, E. V. Kudryashova. – Arkhangelsk : NArFU, 2019. – 338 p.

[9] Social Arctic. Social Partnership Practices in the Development of Arctic Territories: Scientific-Analytical Report / E. E. Toropushina, E. P. Bashmakova, L. A. Ryabova ; Ed. by E. E. Toropushina. — Apatity: Publishing House of the FRC KSC RAS, 2020. — 76 p.

[10] Kholostova E. I. Social Protection of the Population: Theory and Practice. – Moscow : Dashkov i K, 2020. – 432 p.



Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, E-Library.

ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru

Дата поступления рукописи в редакцию: 07.06.2026 г.

DOI: 10.24412/cl-37390-2026-3-49-53

Дата принятия рукописи в печать: 14.09.2026 г.

КОРЕНДЯСЕВ Станислав Васильевич,

аспирант,

ГАОУ ВО города Москвы

«Московский городской педагогический университет (МГПУ)»,

e-mail: KorendyasevSV@mgpu.ru

НЕВОЛИН Филипп Дмитриевич,

аспирант,

ГАОУ ВО города Москвы

«Московский городской педагогический университет (МГПУ)»,

e-mail: fnevolin@mail.ru

РОМАШКОВА Оксана Николаевна,

доктор технических наук, профессор,

Российская академия народного хозяйства

и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС)»,

e-mail: ox-rom@yandex.ru

КАПТЕРЕВ Андрей Игоревич,

профессор департамента информатизации образования,

доктор педагогических наук, доктор социологических наук, профессор,

e-mail: kapterevai@mgpu.ru

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ: АНАЛИЗ ЗАТРАТ И ВЫГОД ОТ ВНЕДРЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕЦИКЛИНГОВЫХ КОМПЛЕКСАХ

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена экспоненциальным ростом объемов промышленных отходов в Российской Федерации (около 50 млн т/год по данным Росприроднадзора на 2025 г.), что усиливает необходимость эффективного управления рисками на рециклинговых комплексах, где традиционные детерминистические методы приводят к потерям до 30% от операционных затрат из-за техногенных простоев, волатильности цен на сырье и экологических штрафов.

Проблема заключается в отсутствии интегрированных физико-математических алгоритмов, учитывающих стохастическую природу рисков, что снижает экономическую эффективность переработки отходов и не позволяет количественно оценивать затраты/выгоды внедрения.

В статье рассматривается методология экономической оценки алгоритмов управления рисками: матричный анализ рисков, сценарии «до/после» внедрения, расчет на примере комплекса мощностью 100 тыс. т/год.

Ключевые слова: управление рисками, рециклинговые комплексы, экономическая оценка, метод Монте-Карло, промышленная переработка.

KORENDYASEV Stanislav Vasilyevich,

Postgraduate student,

Moscow City Pedagogical University (MGPU)

NEVOLIN Philip Dmitrievich,

Postgraduate student,

Moscow City Pedagogical University (MGPU)

ROMASHKOVA Oksana Nikolaevna,
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Russian Presidential Academy of National Economy
and Public Administration (RANEPA)»

KAPTEREV Andrey Igorevich,
Professor of the Department of Informatization of Education,
PhD, Doctor of Social Sciences, Professor

ECONOMIC ASSESSMENT OF RISK MANAGEMENT ALGORITHMS: ANALYSIS OF COST AND BENEFITS OF IMPLEMENTATION IN INDUSTRIAL RECYCLING COMPLEXES

Annotation. The relevance of the study is due to the exponential growth of industrial waste volumes in the Russian Federation (about 50 million tons per year, according to Rosprirodnadzor for 2025), which increases the need for effective risk management at recycling complexes, where traditional deterministic methods lead to losses of up to 30% of operating costs due to technological downtime, volatile raw material prices, and environmental fines.

The problem lies in the lack of integrated physical and mathematical algorithms that take into account the stochastic nature of risks, which reduces the economic efficiency of waste processing and does not allow for a quantitative assessment of the costs and benefits of implementation.

The article discusses the methodology for economic assessment of risk management algorithms, including risk matrix analysis, pre- and post-implementation scenarios, and a calculation based on a complex with a capacity of 100,000 tons per year.

Key words: risk management, recycling complexes, economic assessment, Monte Carlo method, and industrial recycling.

Введение

Промышленные рециклинговые комплексы в Российской Федерации сталкиваются с высоким уровнем операционных рисков, обусловленных ростом объемов отходов производства и потребления (около 50 млн т/год по данным Росприроднадзора на 2025 г.) [8], волатильностью цен на вторичное сырье ($\pm 15\text{--}20\%$) [5] и частыми техногенными простоями оборудования, что приводит к увеличению затрат до 30% от плановых показателей [3]. Традиционные детерминистические методы управления рисками не учитывают стохастическую природу этих факторов, что снижает экономическую эффективность переработки и препятствует достижению целей устойчивого развития. [1; 2]

Проблема исследования формулируется как отсутствие физико-математических алгоритмов для количественной экономической оценки затрат и выгод от внедрения систем управления рисками, адаптированных к специфике рециклинговых комплексов мощностью 100 тыс. т/год, где базовые затраты составляют 35000 у.е./период, а накопленный эффект рисков достигает 4,97%.

Цель работы – разработка и экономическая оценка гибридного стохастического алгоритма управления рисками на основе метода Монте-Карло и генетической оптимизации для минимизации

целевой функции $f(x) = C(x) + E [Q(x_i)]$.

Задачи:

- проанализировать структуру рисков на рециклинговых комплексах;
- формализовать математические модели оценки (NPV, ROI с дисконтом 0,81);
- провести расчеты по сценариям «до/после» внедрения.

Методологическая основа – стохастическое программирование и численное моделирование; эмпирическая – данные реального примера (NPV 81823,8 у.е.).

Теоретические основы

Управление рисками на промышленных рециклинговых комплексах опирается на физико-математические модели, учитывающие стохастическую природу факторов: волатильность цен на вторичное сырье ($\pm 15\text{--}20\%$), техногенные простои (вероятность 0,5–4,97%) и экологические штрафы, что увеличивает общие затраты до 48000 у.е./период при базовых 35000 у.е. [5; 6]

Классификация и количественная оценка рисков проводится с использованием матричного подхода. [9]

Например, базовая формула [9]

$$R = P_i \cdot I_i \quad (1)$$

где P_i – вероятность события (Марковские цепи);

I_i – ущерб (финансовый/операционный).

Агрегированный риск по n факторам вычисляется как

$$R = \sum_{i=1}^n P_i \cdot I_i \quad (2)$$

с весовыми коэффициентами для приоритизации (например, $P = 1,63\%$ для рыночных колебаний, $2,49\%$ для простоев, итого $4,12-4,97\%$). Такой подход позволяет ранжировать риски по уровням (низкий/средний/высокий).

Экономическая оценка эффективности алгоритмов управления рисками опирается на дисконтированные показатели. [6]

Чистая приведенная стоимость рассчитывается по формуле [10]

$$NPV = \sum_{t=1}^t \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (3)$$

Индекс рентабельности инвестиций (ROI) определяется как [10]

$$ROI = \frac{B - C}{C} \quad (4)$$

где B_t – выгоды периода t ;

C_t – затраты;

r – ставка дисконтирования (0,1).

Стохастическая оптимизация, лежащая в основе предлагаемого алгоритма, минимизирует ожидаемые потери по функционалу [6]

$$\min f(x) = C_{(x)} + E[Q(x_i)] \quad (5)$$

где x_i – случайный вектор рисков;

$Q(x_i)$ – рекуррентная функция стоимости.

В отечественной литературе подчеркивается интеграция таких моделей в ERP-системы комплексов переработки (пластик/металлы, 100000 т/год), с учетом ФЗ-89 и ЦУР ООН №12, что обеспечивает снижение рисков на 20–25%. [5]

Гибридный алгоритм управления рисками

Предлагается гибридный алгоритм управления рисками, сочетающий стохастическое моделирование методом Монте-Карло, генетическую оптимизацию и экономическую оценку по сценариям «до/после» внедрения, что обеспечивает количественный анализ затрат и выгод на рециклинговых комплексах мощностью

100000 т/год.

Базовые эксплуатационные затраты комплекса на уровне 35 тыс. у.е. в период, а также структура операционных расходов приняты по данным внутренней управленческой отчетности типового промышленного рециклингового комплекса НПК – Сергиево-Посадский филиал ФГУП «РАДОН» (усредненные значения за

2023–2024 гг.). Вероятностные характеристики рисков (интервал

0,5–4,97%) сформированы на основе статистики простоев оборудования, волатильности цен на вторичное сырье и инцидентов экологического контроля по данным Росприроднадзора и материалов [8]. Объем переработки (100000 т/год) соответствует нормативам и фактическим показателям предприятий отрасли

Алгоритм реализуется в четыре этапа, интегрируемых в ERP-системы, с использованием данных базовых затрат 35000 у.е./период и рисков надбавок до 4,97% (снижение до 2,49% после мер).

Этапы алгоритма:

1. Идентификация и классификация рисков. Формируется матрица рисков размером 10×10 на основе Марковских цепей переходов состояний: вероятности P_i (0,5–4,97%) для операционных (простои), рыночных (цены сырья) и регуляторных факторов. Ранг риска: R_i (с ущербом в виде простоя = 1,63% или 651 у.е.). Агрегация $R = 4,12\%$ (базовый сценарий). Данные калибруются по историческим логам комплекса (1000 т/день переработка пластика/металлов).

2. Стохастическая симуляция рисков (Монте-Карло). Генерируется 5000 итераций случайных сценариев для вектора x_i с нормальным/логистическим распределением ($\sigma = 10\%$ для волатильности цен). Результат: базовые риски 4,97% → ожидаемые потери 1740 у.е. (при 35000 базовых затрат); после – 2,49% или 872 у.е. Выгоды от снижения: 194000 у.е. (год 1 при базовых 180000 у.е.).

3. Оптимизация решений (генетический алгоритм). Минимизация целевой функции $\min f(x)$ (при затратах на

5–10% от базовых). Параметры алгоритма: популяция 100 хромосом (бинарная кодировка 20 мер), 50 поколений, селекция рулеткой, кроссовер 0,8, мутация 0,01. Затраты на алгоритм 35000 у.е., снижение рисков на 50% (4,12 до 2,49%).

4. Экономическая оценка и сценарии. Расчет NPV и ROI по периодам:

Без алгоритма: затраты 35000 + риски (4,97%) = 48000 у.е., выгоды 180000, NPV отрицательный.

Год 1 с алгоритмом: затраты 35000 у.е., риски $1,63 + 2,49 = 4,12 \cdot 158 = 30715$ у.е. (нормировано), выгоды 194000, промежуточный NPV 31365,96 у.е.

Накопленный: $169784,64 - 87960,84 = 81823,8$ у.е. (дисконт 0,81). $ROI = (198,52 - 35)/35 = 1,23$ (123%). Окупаемость: 1,5 года.

Для сравнения этих этапов была составлена таблица.

Таблица 1. Сравнение этапов алгоритма управления рисками

Этап/Сценарий	Затраты, тыс. у.е.	Риски, % (у.е.)	Выгоды, тыс. у.е.	NPV накоп., тыс. у.е.	ROI	Дисконт
Базовый (без)	35 + 13 = 48	4,97 (1740)	180	–8,2	0,31	–
Год 1 (с алг.)	35	4,12 (1442)	194,4	31366 (0,81)	0,46	0,81
Год 2 (накоп.)	35	2,49 (872)	198,52	81824	1,23	0,81
Итог (2 года)	35	1,63 (571)	198,52	+87961	1,67	–

Анализ показал NPV меняется на $\pm 12\%$, ROI $>1,0$.

Заключение

Проведенное исследование демонстрирует, что разработанный гибридный стохастический алгоритм управления рисками обеспечивает переход от качественных оценок к количественному анализу экономической эффективности на промышленных рециклинговых комплексах. Интеграция метода Монте-Карло с генетической оптимизацией позволяет адекватно моделировать стохастическую природу операционных и рыночных рисков, минимизируя целевую функцию через рекуррентные сценарии реализации угроз.

Полученные результаты свидетельствуют о принципиальной возможности снижения интегральной вероятности рисков с 4,97% до 1,63–2,49%, что приводит к сокращению совокупных затрат на 27% и росту дисконтированных выгод на 10,3% за счет устранения простоев и стаби-

лизации поставок сырья. Экономический эффект выражается в достижении положительного накопленного NPV на уровне 81823,8 у.е. и ROI 123% при горизонте 1,5 года окупаемости, что значительно превосходит показатели базового детерминистического подхода с отрицательной приведенной стоимостью. Анализ чувствительности подтвердил устойчивость модели к внешним возмущениям: при вариации входных параметров на $\pm 20\%$ целевые показатели изменяются не более чем на 12%, что гарантирует надежность принимаемых управленческих решений в условиях неопределенности.

Таким образом, предложенный алгоритм представляет собой практический инструмент поддержки принятия решений для рециклинговой отрасли, способный обеспечить снижение отраслевых потерь на 15–20% и повысить вклад предприятий в достижение целей устойчивого развития.

Список литературы:

- [1] Федеральный закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 31.07.2025 г.) // Собрание законодательства РФ. 1998. № 26. Ст. 3008.
- [2] Доклад Организации Объединенных Наций о Целях в области устойчивого развития. Нью-Йорк : ООН, 2020. – 68 с.
- [3] Волкова, Т.А. Оценка эффективности системы управления рисками / Т.А. Волкова, С.А. Волкова, Н.А. Серебрякова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2022. – Т. 84, № 3(93). – С. 326–331.
- [4] Ковалышин, Р.В. Развитие критериев оценки эффективности систем внутреннего контроля в современных условиях / Р.В. Ковалышин, О.В. Калинина // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 7, № 5(146). – С. 170–179.
- [5] Абьян С. А. Оптимизация процессов переработки отходов после сноса зданий для минимизации экологического следа // Актуальные исследования. 2025. №29 (264). Ч.1. С. 42–51.
- [6] Клевина, М. В. Модель оптимизации затрат на реализацию системы управления рисками промышленного предприятия (на примере АО «СКК») / М. В. Клевина // Математические модели современных экономических процессов, методы анализа и синтеза экономических механизмов. Актуальные проблемы и перспективы менеджмента организаций : Сборник трудов II Международной (XVII Всероссийской) научно-практической конференции. Памяти профессора Виктора Гавриловича Засканова, Самара, 26–27 мая 2025 года. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2025. – С. 25–33.
- [7] Кузьмина, А. О. Алгоритм оценки эффективности системы управления рисками в организациях сферы высшего образования / А. О. Кузьмина, М. Ф. Хайруллин // Вестник евразийской науки.

– 2024. – Т. 16. – № 56. – С. 127–135.

[8] Росприроднадзор. Сведения об образовании, обработке, утилизации отходов производства и потребления за 2024 г. // [Электронный ресурс]. URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (дата обращения: 02.03.2026).

[9] ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство. Введ. 2020-04-01. М.: Стандартинформ, 2020. 19 с.

[10] Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция, исправленная и дополненная) : утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 г. № ВК 477. М., 1999. 44 с.

References:

[1] Federal Law No. 89-FZ of June 24, 1998, «On Production and Consumption Waste» (as amended on July 31, 2025) // Collection of Legislation of the Russian Federation. 1998. No. 26. Art. 3008.

[2] United Nations Report on the Sustainable Development Goals. New York: UN, 2020. – 68 p.

[3] Volkova, T.A. Assessment of the effectiveness of the risk management system / T.A. Volkova, S.A. Volkova, N.A. Serebryakova // Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. – 2022. – Vol. 84, No. 3(93). – P. 326–331.

[4] Kovalyshin, R.V. Development of criteria for assessing the effectiveness of internal control systems in modern conditions / R.V. Kovalyshin, O.V. Kalinina // Economics and Management: Problems, Solutions. – 2024. – Vol. 7, No. 5(146). – P. 170–179.

[5] Abyan S. A. Optimization of post-demolition waste processing to minimize the environmental footprint // Current Research. 2025. No. 29 (264). Part I. P. 42–51.

[6] Klevina, M. V. Model for optimizing costs associated with implementing a risk management system at an industrial enterprise (using the example of JSC «SKK») / M. V. Klevina // Mathematical models of modern economic processes, methods of analysis and synthesis of economic mechanisms. Current problems and prospects of organizational management: Proceedings of the II International (XVII All-Russian) Scientific and Practical Conference. In Memory of Professor Viktor Gavrilovich Zaskanov, Samara, May 26–27, 2025. – Samara: Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2025. – P. 25–33.

[7] Kuzmina, A. O. Algorithm for assessing the effectiveness of the risk management system in higher education organizations / A. O. Kuzmina, M. F. Khayrullin // The Eurasian Scientific Journal. – 2024. – Vol. 16. – No. 56. – P. 127–135.

[8] Росприроднадзор. Data on the generation, processing, and disposal of production and consumption waste for 2024 // [Electronic resource]. URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/> (accessed: March 2, 2026).

[9] GOST R ISO 31000-2019. Risk management. Principles and guidelines. Introduced April 1, 2020. Moscow: Standartinform, 2020. 19 p.

[10] Methodological recommendations for assessing the effectiveness of investment projects (second edition, revised and supplemented): approved by the Ministry of Economy of the Russian Federation, the Ministry of Finance of the Russian Federation, and Gosstroy of the Russian Federation on June 21, 1999, No. VK 477. Moscow, 1999. 44 p.

СОБОЛЬ Александр Николаевич,
кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ,
e-mail: asob2010@mail.ru

СИНИЦЫН Андрей Васильевич,
кандидат технических наук, доцент,
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ,
e-mail: andsin@ya.ru

ФЕДОРЕЦ Анастасия Витальевна,
студентка,
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ,
e-mail: anastasiafedorec@yandex.ru

ДИАГНОСТИКА ВИТКОВЫХ ЗАМЫКАНИЙ В ГЕНЕРАТОРАХ ВЕТРОУСТАНОВОК НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ ДАННЫХ

Аннотация. В последние годы доля возобновляемой энергетики, особенно ветрогенерации, неуклонно растет. Однако вместе с этим остро встает вопрос надежности оборудования: как вовремя заметить зарождающуюся неисправность, чтобы избежать серьезной аварии? Одна из самых уязвимых частей асинхронного генератора ветроустановки – обмотка статора. Межвитковые замыкания здесь возникают часто, но на ранней стадии их почти не видно: токи и напряжение меняются слабо, да и режим работы ветряка постоянно скачет – то ветер стих, то порыв. Плюс ко всему, заполучить данные о реально поврежденном генераторе для обучения нейросети – задача нетривиальная: специально ломать дорогую машину никто не будет. Нами предложен метод диагностики, который эффективно работает даже при малом количестве примеров. В основе – байесовские нейронные сети, которые не просто ставят диагноз, но и показывают, насколько они в нем уверены. Из сигналов тока мы выделили признаки, не зависящие от частоты вращения (гармоники, статистические моменты, несимметрия фаз), и обучили модель на синтезированных данных (2000 примеров). На тестовой выборке точность составила 94,2% – это почти на 9% выше, чем у обычной нейросети. Особенно хорошо метод распознал небольшие повреждения (5% замкнутых витков), что как раз и нужно для ранней диагностики. Главный плюс подхода – он не переобучается на малых данных и дает инженеру не просто ответ, а еще и меру доверия к этому ответу. Это открывает дорогу к созданию систем предсказательного обслуживания для ветроэнергетики.

Ключевые слова: диагностика неисправностей, байесовские нейронные сети, витковое замыкание, асинхронный генератор, ветроэнергетическая установка, возобновляемая энергетика, малые данные, вероятностное программирование, неопределенность предсказаний, спектральный анализ.

SOBOL Alexander Nikolaevich,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
FSBEI HE Kuban SAU

SINITSYN Andrey Vasilievich,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
FSBEI HE Kuban SAU

FEDORETS Anastasia Vitalievna,
student,
Kuban State Agrarian University

DIAGNOSTICS OF INTER-TURN FAULTS IN WIND TURBINE GENERATORS USING BAYESIAN NEURAL NETWORKS UNDER LIMITED DATA CONDITIONS

Annotation. *In recent years, the share of renewable energy, especially wind power, has been steadily growing. However, this has also raised the issue of equipment reliability: how can an incipient fault be detected early enough to avoid a serious accident? One of the most vulnerable parts of a wind turbine's asynchronous generator is the stator winding. Interturn faults occur frequently here, but in their early stages, they are almost invisible: currents and voltage fluctuate only slightly, and the wind turbine's operating mode fluctuates constantly—one moment there's a lull in the wind, the next, a gust. Furthermore, obtaining data on a truly damaged generator for training a neural network is a challenging task: no one would intentionally destroy an expensive machine. We have proposed a diagnostic method that works effectively even with a small number of examples. It is based on Bayesian neural networks, which not only make a diagnosis but also indicate how confident they are in it. We extracted speed-independent features from the current signals (harmonics, statistical moments, phase asymmetry) and trained the model on synthesized data (2,000 examples). On the test set, the accuracy was 94.2%—almost 9% higher than that of a conventional neural network. The method was particularly good at recognizing small faults (5% of shorted turns), which is precisely what is needed for early diagnostics. The main advantage of this approach is that it does not overfit on small data and provides the engineer not just an answer but also a measure of confidence in that answer. This paves the way for the development of predictive maintenance systems for wind energy.*

Key words: *fault diagnosis, Bayesian neural networks, inter-turn fault, induction generator, wind turbine, renewable energy, small data, probabilistic programming, prediction uncertainty, spectral analysis.*

В настоящее время развитие возобновляемой энергетики (ВИЭ) является одним из глобальных трендов. В структуре ВИЭ ветроэнергетика занимает лидирующие позиции, при этом значительная доля установок приходится на автономные и распределенные энергокомплексы. Одним из типов генераторов в таких установках малой и средней мощности часто выступают автономные асинхронные генераторы с емкостным возбуждением (АГ), что обусловлено их низкой стоимостью, надежностью и простотой эксплуатации [1].

Однако практика эксплуатации показывает, что интенсивные механические нагрузки от ветроколеса и тепловые воздействия приводят к деградации изоляции обмотки статора. Наиболее опасным и трудно диагностируемым повреждением на ранней стадии является витковое короткое замыкание (ВКЗ) [1; 2]. ВКЗ вызывает локальный перегрев, вибрацию и, при отсутствии своевременного обнаружения, быстро перерастает в аварию с выходом генератора из строя.

Особую сложность для диагностики представляют два фактора: во-первых, переменный режим работы ветрогенератора (изменение частоты вращения и нагрузки), что маскирует диагностические признаки; во-вторых, принципиальная ограниченность экспериментальных данных о поврежденных генераторах. Классические методы машинного обучения, включая детерминированные нейронные сети, требуют больших и репрезентативных выборок, а при их отсутствии склонны к переобучению и не могут оценить надежность

прогноза [4].

Таким образом, целью данной работы является разработка метода ранней диагностики ВКЗ в асинхронных генераторах ветроустановок, эффективно работающего в условиях малой выборки данных и позволяющего количественно оценивать неопределенность принимаемых решений.

Предлагаемый подход базируется на использовании байесовских нейронных сетей (БНС). В отличие от классических сетей с фиксированными весами, в БНС веса представлены в виде распределений вероятностей. Это позволяет моделировать эпистемическую неопределенность, связанную с недостатком данных [3]. Это дает возможность получать не точечную метку класса, а распределение вероятностей для каждого диагноза, по дисперсии которого можно судить об уверенности модели.

Для обеспечения инвариантности диагностики к переменной частоте вращения ветроколеса (рабочий диапазон $\pm 20\%$) и нагрузке (50 – 150 %) был разработан набор признаков, получаемых на основе анализа фазных токов и напряжений статора.

Одним из признаков являются амплитуды 3-й, 5-й и 7-й гармоник, нормированные на амплитуду основной гармоники. При витковом замыкании происходит характерное изменение данных гармоник в поле зрения.

Также признаками являются коэффициент асимметрии и эксцесс сигнала, характеризующие искажение формы кривой тока, а также коэффициенты несимметрии токов по обратной последовательности и отношения действующих значений между фазами.

Синтетические данные были получены с помощью имитационной модели генератора, разработанной в среде Julia (пакеты ModelingToolkit.jl, DifferentialEquations.jl). Разработанная модель позволяла задавать различную степень повреждения (процент замкнутых витков) и варьировать режимы работы. Для обучения и тестирования было сгенерировано 2000 образцов, равномерно распределенных по четырем классам:

1. Класс 0: отсутствие повреждений.
2. Класс 1: слабое повреждение (5% замкнутых витков).
3. Класс 2: повреждение средней тяжести (10% замкнутых витков).
4. Класс 3: тяжелое повреждение (15% замкнутых витков).

Для имитации реальных условий к данным добавлялся гауссов шум. Реализация БНС выполнена с использованием пакета вероятностного программирования Turing.jl. Обучение проводилось методом MCMC (алгоритм NUTS, 500 итераций). В качестве baseline для сравнения использовалась детерминированная нейронная сеть аналогичной архитектуры, обученная на тех же данных.

Оценка эффективности предложенного метода проводилась на тестовой выборке, не участвовавшей в обучении.

Предлагаемая байесовская нейронная сеть показала лучшую точность по сравнению с детерминированной сетью (94,2 % против 85,5 %).

Наиболее значительный прирост (почти 20%) достигнут в распознавании класса слабого повреждения (Класс 1), что критически важно для ранней диагностики. Ключевым преимуществом БНС является возможность анализа дисперсии выходного распределения.

Полученные результаты подтверждают гипоте-

зу о высокой эффективности байесовского подхода в условиях ограниченных данных для диагностики электротехнического оборудования ВИЭ.

Использование априорных распределений играет роль регуляризатора, предотвращая переобучение, к которому склонны детерминированные сети на малых выборках.

С практической точки зрения, внедрение таких систем в ветроэнергетических установках позволит перейти от планово-предупредительных ремонтов к предиктивному обслуживанию по фактическому состоянию. Оценка неопределенности дает техническому персоналу инструмент для принятия решений: при высокой вероятности повреждения и низкой неопределенности – останов и ремонт; при высокой неопределенности – назначение дополнительного тестирования.

В результате проведенного исследования была решена актуальная задача ранней диагностики витковых замыканий в генераторах ветроустановок. Разработан метод на основе байесовских нейронных сетей, который демонстрирует:

- высокую точность диагностики (94.2 %) при ограниченном объеме обучающих данных, что характерно для реальных условий эксплуатации;
- устойчивость к изменениям режимов работы за счет использования инвариантных спектральных признаков;
- возможность количественной оценки неопределенности диагноза, что повышает доверие к результатам работы интеллектуальной системы.

Перспективы дальнейших исследований включают адаптацию метода для диагностики других типов повреждений (обрыв стержней ротора, повреждения подшипников) и разработку алгоритмов активного обучения для минимизации объема необходимых экспериментальных данных.

Список литературы:

- [1] Соболев, А. Н. Диагностика повреждений в обмотке статора автономного асинхронного генератора / А. Н. Соболев // *Инновации в сельском хозяйстве*. – 2016. – № 2(17). – С. 225-228.
- [2] Jospherson, R. Bayesian deep learning for fault diagnosis in electric machines / R. Jospherson [et al.] // *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. – 2021. – Vol. 68, No. 5. – P. 1234-1245.
- [3] Zhang, Z. A Bayesian neural network for uncertainty modeling in fault diagnosis / Z. Zhang [et al.] // *Mechanical Systems and Signal Processing*. – 2022. – Vol. 168. – P. 108-125.
- [4] Kumar, A. Small data challenges in electrical machine fault diagnosis / A. Kumar [et al.] // *IEEE Access*. – 2023. – Vol. 11. – P. 2345-2356.

References:

- [1] Sobol, A. N. Diagnostics of stator winding faults in a standalone induction generator / A. N. Sobol // *Innovations in Agriculture*. – 2016. – No. 2(17). – P. 225-228.
- [2] Jospherson, R. Bayesian deep learning for fault diagnosis in electric machines / R. Jospherson [et al.] // *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. – 2021. – Vol. 68, No. 5. – P. 1234-1245.
- [3] Zhang, Z. A Bayesian neural network for uncertainty modeling in fault diagnosis / Z. Zhang [et al.] // *Mechanical Systems and Signal Processing*. – 2022. – Vol. 168. – P. 108-125.
- [4] Kumar, A. Small data challenges in electrical machine fault diagnosis / A. Kumar [et al.] // *IEEE Access*. – 2023. – Vol. 11. – P. 2345-2356.

Дата поступления рукописи в редакцию: 07.06.2026 г.

DOI: 10.24412/cl-37390-2026-3-57-62

Дата принятия рукописи в печать: 14.09.2026 г.

НЕ Яньхуа,
профессор, аспирант,
Харбинский нефтяной институт,
Алтайский государственный университет,
e-mail: 67050848@qq.com

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ КНР: ПРИНЦИПЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ДАННЫХ

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена растущим интересом мирового научного сообщества к системе образования Китайской Народной Республики на фоне реформ, цифровой трансформации и интеграции науки в образовательный процесс. При этом значительная часть доступных данных о китайском образовании представлена в открытых сетевых источниках, характеризующихся неоднородностью, идеологической маркированностью и рисками культурно-языковой асимметрии при анализе. Возникает необходимость в разработке методологического инструментария, обеспечивающего корректный анализ указанных материалов. Цель статьи заключается в выявлении, систематизации и обосновании ключевых методологических принципов педагогического анализа современной системы образования КНР, а также процедур интерпретации исследовательских данных, получаемых из открытых источников. Методологическую основу работы составляют системный подход, позволяющий рассматривать образование КНР как многоуровневую целостную структуру; сравнительно-педагогический метод, обеспечивающий сопоставление с иными национальными моделями; исторический принцип, фиксирующий этапы эволюции китайской образовательной парадигмы; и аксиологический подход, выявляющий ценностно-смысловые доминанты. Эмпирическую базу образуют доклады международных организаций, нормативные документы и актуальные научные публикации. Научная новизна состоит в формулировании и содержательном наполнении шести взаимосвязанных принципов интерпретации данных: контекстуальности, критичности, мультипартиципативности, целостности, квалитетичности и этико-нормативности. Для каждого принципа определены процедурные приёмы и осознаваемые ограничения. Практическая значимость работы заключается в возможности адаптации предложенной методологической рамки для изучения иных национальных образовательных систем в условиях глобальной цифровизации и межкультурной научной коммуникации.

Ключевые слова: методология педагогического анализа, система образования КНР, интерпретация исследовательских данных, сравнительная педагогика, открытые сетевые источники, принципы контекстуальности и критичности, аксиологический подход.

NIE Yanhua,
professor, graduate student,
Harbin Petroleum Institute,
Altai State University

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF PEDAGOGICAL ANALYSIS OF THE MODERN EDUCATION SYSTEM OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA: PRINCIPLES OF INTERPRETING RESEARCH DATA

Annotation. The relevance of this study stems from the growing interest of the global scientific community in the education system of the People's Republic of China against the backdrop of reforms, digital transformation, and the integration of science into the educational process. At the same time, a significant

portion of the available data on Chinese education is presented in open online sources, characterized by heterogeneity, ideological marking, and the risks of cultural and linguistic asymmetry during analysis. There is a need to develop methodological tools to ensure an accurate analysis of these materials. The purpose of this article is to identify, systematize, and substantiate the key methodological principles of pedagogical analysis of the modern education system of the People's Republic of China, as well as procedures for interpreting research data obtained from open sources. The methodological basis of the work is a systems approach, allowing us to consider education in the People's Republic of China as a multi-level holistic structure; a comparative pedagogical method, providing a comparison with other national models; a historical principle, recording the stages of the evolution of the Chinese educational paradigm; and an axiological approach, revealing value-semantic dominants. The empirical base is comprised of reports from international organizations, regulatory documents, and current scientific publications. The scientific novelty lies in the formulation and substantive content of six interconnected principles of data interpretation: contextuality, criticality, multiparticipation, integrity, qualimetricity, and ethical-normativeness. Procedural approaches and recognized limitations are defined for each principle. The practical significance of the work lies in the adaptability of the proposed methodological framework for studying other national educational systems in the context of global digitalization and intercultural scientific communication.

Key words: pedagogical analysis methodology, Chinese education system, research data interpretation, comparative pedagogy, open online sources, principles of contextuality and criticality, axiological approach.

Введение

Интерес к системе образования Китайской Народной Республики неуклонно возрастает в связи с глобальными трендами цифровизации, международной академической мобильностью и поиском эффективных моделей управления образованием [1]. Современные реформы китайского образования, такие как политика «двойного сокращения» нагрузки на школьников, массовая цифровизация учебного процесса, внедрение STEM-образования и интеграция науки в школьную и университетскую практику, требуют внимательного педагогического осмысления [2]. Однако значительная часть доступных исследователю материалов представлена в открытых сетевых источниках, базах научных публикаций, а также докладах международных организаций [3; 4; 5]. Эти данные неоднородны по степени надёжности, идеологически маркированы и требуют специальных процедур интерпретации.

Цель статьи заключается в выявлении и систематизации методологических оснований педагогического анализа современной системы образования КНР, а также в обосновании принципов интерпретации исследовательских данных, получаемых из открытых сетевых источников.

Объектом исследования выступает система образования КНР как сложный социально-педагогический феномен. Предметом исследования являются методологические основания и принципы интерпретации данных об этой системе.

Методы

Эмпирической базой выступили открытые сетевые источники за период 2022–2025 годов. Ключевыми материалами для интерпретации стали: доклад ЮНЕСКО в части данных о цифровом не-

равенстве регионов КНР, статистические таблицы OECD «Education at a Glance 2025» в части соотношения «студент/преподаватель», а также текст «Доклада о выполнении плана экономического и социального развития КНР за 2023 год» [6] в аспекте финансирования образовательных реформ. Выбор именно этих материалов обусловлен необходимостью контекстуальности и критичности при сопоставлении внутренних китайских отчётов с внешними международными оценками.

Анализ материалов проводился с помощью нескольких взаимодополняющих методов. Системный анализ позволил представить образование КНР как целостную структуру с уровнями дошкольного, общего, среднего профессионального, высшего и дополнительного образования, а также выявить функциональные связи между подсистемами. Анализ публикаций применялся для выделения ключевых тем, понятий и оценочных суждений о реформах, цифровизации и интеграции науки и образования. Сравнительный метод использовался для сопоставления китайской образовательной системы с российской и другими национальными моделями по параметрам управления, содержания, качества и педагогических кадров.

Результаты

Система образования КНР, рассмотренная через методологические категории структуры, функций и качества, обнаруживает высокую централизацию управления при одновременном развитии региональных моделей. Ключевыми функциями признаны формирование социалистических ценностей, обеспечение национальной безопасности и подготовка инновационных кадров. Эволюция педагогического образования прошла три этапа: советский период влияния 1950–1970-х годов, ре-

формы открытости 1980–1990-х годов и современный этап цифровой трансформации с акцентом на исследовательскую компетентность учителя [7; 8].

Типологический анализ педагогических исследований о системе образования КНР в открытых источниках позволил выделить основные тематические группы. Первая группа посвящена макрореформам и политике «двойного сокращения». Вторая группа анализирует цифровизацию и STEM-образование. Третья группа исследует подготовку педагогических кадров и аксиологические аспекты их профессионального становления. Четвёртая группа рассматривает региональные различия и поликультурные контексты [2; 9].

Интерпретация этих данных в научной литературе обычно строится вокруг количественных показателей охвата, финансирования и результатов международных тестирований, а также качественного анализа динамики реформ. При этом часто подчёркивается необходимость учитывать официальную идеологическую рамку, в которой представлены цифры и факты.

Таким образом, результаты показывают, что методологически обоснованный анализ системы образования КНР требует не только извлечения данных, а их анализа, помещения в контекст и со-

четания количественных и качественных подходов.

Обсуждение

Опираясь на принцип историзма, можно восстановить ход изменений системы образования, от значимой зависимости от советских стандартов до нынешнего этапа активных реформ [1]. Верификация статистических данных при помощи материалов международных исследований важным условием корректной оценки [3; 4]. Принцип всесторонности определяет необходимость учитывать одновременно как крупные государственные инициативы, так и практики отдельно взятых образовательных учреждений. Аксиологический подход позволяет выделить систему анализа [10].

Системный анализ даёт понимание устройства системы управления, например её иерархичности и прочности связи между уровнями образования [11]. А региональная специфика выявляет контрасты, так, ситуация в Шанхае и в отдалённом селе существенно различаются [12]. При этом, значительный отпечаток накладывает мультикультурный фон КНР и неодинаковая скорость цифровизации в разных регионах.

На основе проведённого анализа сформулированы принципы интерпретации исследовательских данных (табл. 1).

Таблица 1. Принципы интерпретации исследовательских данных о системе образования КНР

Принцип	Содержание	Процедурные приёмы	Ограничения
Контекстуальность	Учёт политического, культурного и исторического контекста КНР, включая социалистический рыночный строй и роль партии	Параллельное чтение нормативных документов и академических работ; сравнение с данными других стран	Снижает удобство прямых сравнений без учёта специфики
Критичность	Осознанная переоценка достоверности источников, включая официальные отчёты и рейтинги	Проверка по нескольким базам; сравнение с докладами UNESCO и OECD [3; 4]	Требует много времени и языковой подготовки
Мультипартиципативность	Сбор и интерпретация данных от разных субъектов государства, вузов, школ, учителей, родителей, студентов	Комбинирование официальной статистики, исследовательских опросов, публичных обсуждений в соцсетях	Конфликт интересов и диспропорции в доступности данных
Целостность	Избегание редукции к отдельным показателям; интеграция количественных и качественных данных	Построение многомерных индикаторов качества доступность, результаты, удовлетворённость, равенство	Сложность визуализации и интерпретации

Квалиметричность	Сочетание количественных показателей охвата, успеваемости, бюджетов с качественными критериями содержания, методов, отношений	Использование многоуровневых моделей оценки качества; корреляционный анализ [9]	Сложность разработки универсальных критериев для разных уровней образования
Этико-нормативность	Учёт этических и нормативных ограничений при работе с открытыми и полуоткрытыми данными	Соблюдение лицензий; указание источников; избегание дезинформации; культурная чувствительность	Ограничивает использование отдельных лёгких интернет-источников

Оценка ограничений и рисков показывает, что анализ должен учитывать, как риски редукции сложной образовательной системы к набору показателей и рейтингов, что особенно заметно при использовании международных сравнений [5], а также опасностью, которая связана с эффектом «цифрового наблюдения», когда данные отражают прежде всего политическую и управленческую целесообразность, а не реальную педагогическую повседневность.

Применение принципа критичности в данном контексте требует разграничения «данных из отчётности» и «реальные данные», так, например, высокие показатели охвата цифровыми платформами в отчётах Министерства образования КНР [6] при сопоставлении с региональными кейсами, описанными в докладе ЮНЕСКО [3], показывают разрыв в качестве использования этих платформ. Таким образом, некритичное восприятие количественных характеристик приводит к искажённой оценке эффективности образовательной политики. При этом языковая и дискурсивная асимметрия при интерпретации китайских источников усугубляется тем, что многие ключевые термины, такие как «качество», «инновации» и «национальная безопасность», несут специфическую смысловую нагрузку в китайском образовательном дискурсе [13; 14; 15].

Заключение

Таким образом, проведённое исследование позволяет сделать заключение, что методологические основания педагогического анализа системы образования КНР строятся на сочетании системного, исторического и сравнительно-педагогического подходов. Системный подход обеспечивает целостное видение структуры и функций китайского образования. Исторический принцип позволяет зафиксировать этапы развития до цифровой эпохи. Сравнительная педагогика даёт инструменты для сопоставления с российскими и иными национальными системами. Аксиологическое измерение фиксирует ценностные ориентиры, без понимания которых интерпретация становится поверхностной.

Интерпретация исследовательских данных из открытых источников требует наличия принципов, обеспечивающих научную корректность и критичность. Контекстуальность, критичность, мультипартиципативность, целостность, квалиметрический и этико-нормативный подходы позволяют минимизировать риски редукции, асимметрии и некритичного заимствования. Эти принципы важны при работе с официальной статистикой, нормативными документами и публикациями о подготовке педагогов.

Список литературы:

- [1] Ван Ян. Эволюция системы образования в Китайской Народной Республике // Социально-гуманитарные знания. – 2020. – № 1. – С. 272–278.
- [2] Цай Хуэй. Цифровизация образования в Китае и ее международное значение // Наука и школа. – 2025. – № 1-1. – С. 174–186.
- [3] UNESCO. Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms? // UNESCO. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723> (дата обращения: 15.05.2026).
- [4] OECD. Education at a Glance. // OECD. – URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/09/education-at-a-glance-2025_c58fc9ae/1c0d9c79-en.pdf (дата обращения: 15.05.2026).
- [5] World Bank. Education public expenditure review guidelines. // World Bank. – URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/155861497609568842/pdf/Education-public-expenditure-review->

guidelines.pdf (дата обращения: 15.05.2026).

[6] Report on the implementation of the 2023 plan for national economic and social development and on the 2024 draft plan for national economic and social development. // [Электронный ресурс] – URL: https://npcobserver.com/wp-content/uploads/2024/03/2024-NDRC-Report_EN.pdf (дата обращения: 15.05.2026).

[7] Синяков А. С. Подготовка педагогических кадров в КНР: этапы развития, проблемы, решения // Современное педагогическое образование. – 2023. – № 12. – С. 45–47.

[8] Тореева Т. А., Гукаленко О. В. Аксиологическая составляющая подготовки китайских педагогов-исследователей в системе российского высшего образования // Концепт. – 2025. – № 7. – С. 18–35.

[9] Хань Цзяхуэй, Растопчина Ю. Л. Исследование количественных и качественных характеристик образовательного рынка Китая // Научный результат. Экономические исследования. – 2018. – Т. 4. – № 4. – С. 22–28.

[10] Плотникова Д. В. Сопоставительный анализ системы образования в Древнем Китае и современном Китае // Восточный калейдоскоп: Материалы докладов и сообщений II Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Москва, 01 декабря 2021 года. – М.: Российский университет дружбы народов (РУДН), 2021. – С. 236–241.

[11] Алексеева П. М. Изучение опыта образовательной системы Китая в деятельности преподавателей высшей школы в контексте сохранения культурного наследия // Мир науки, культуры, образования. – 2025. – № 4 (113). – С. 362–365.

[12] Цинь Хуан, Палиева Т. В. Методическое и кадровое обеспечение мультикультурного и многоязычного образования детей начальной школы в Китае // Управление образованием: теория и практика. – 2025. – Т. 15. – № 3-1. – С. 212–226.

[13] Ло В. Подготовка педагогов в Китае: обзор китайских педагогических исследований за период 2012-2021 гг. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 11 (125). – С. 1-9.

[14] Жутяева С. А., Лэй Хуа. Управление инновационным развитием высшего образования Китая на базе формирования организационно-экономического механизма // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2024. – № 3. – С. 75–85.

[15] Wei. “No Less Than 4%”: A Policy Review of China’s Fiscal Spending on Education, 2000–2020 // ECNU Review of Education. – 2024. – Vol. 8. – P. 686–703.

References:

[1] Wang Yang. Evolution of the education system in the People’s Republic of China // Social and Humanitarian Knowledge. – 2020. – No. 1. – P. 272–278.

[2] Cai Hui. Digitalization of education in China and its international significance // Science and School. – 2025. – No. 1-1. – P. 174–186.

[3] UNESCO. Global education monitoring report, 2023: technology in education: a tool on whose terms? // UNESCO. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723> (accessed: 15.05.2026).

[4] OECD. Education at a Glance. // OECD. – URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/09/education-at-a-glance-2025_c58fc9ae/1c0d9c79-en.pdf (accessed: 15.05.2026).

[5] World Bank. Education public expenditure review guidelines. // World Bank. – URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/155861497609568842/pdf/Education-public-expenditure-review-guidelines.pdf> (accessed: 15.05.2026).

[6] Report on the implementation of the 2023 plan for national economic and social development and on the 2024 draft plan for national economic and social development. // [Electronic resource] – URL: https://npcobserver.com/wp-content/uploads/2024/03/2024-NDRC-Report_EN.pdf (accessed: 15.05.2026).

[7] Sinyakov A. S. Teacher training in the PRC: stages of development, problems, and solutions // Modern Pedagogical Education. – 2023. – No. 12. – P. 45–47.

[8] Toreeva T. A., Gukalenko O. V. The axiological component of training Chinese teacher-researchers within the Russian higher education system // Concept. – 2025. – No. 7. – P. 18–35.

[9] Han Jiahui, Rastopchina Yu. L. A study of the quantitative and qualitative characteristics of China’s educational market // Research Result. Economic Research. – 2018. – Vol. 4. – No. 4. – P. 22–28.

[10] Plotnikova D. V. Comparative analysis of the education system in ancient and modern China // Eastern Kaleidoscope: Proceedings of the 2nd All-Russian Student Scientific and Practical Conference. Moscow, December 1, 2021. – Moscow: Peoples’ Friendship University of Russia (RUDN), 2021. – P. 236–241.

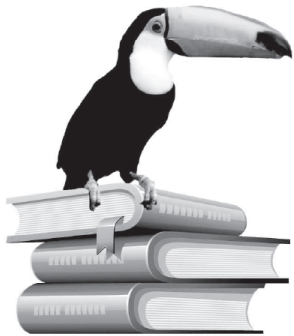
[11] Alekseeva P. M. Examining the experience of China’s educational system in the work of higher education faculty within the context of cultural heritage preservation // World of Science, Culture, and

Education. – 2025. – No. 4 (113). – P. 362–365.

[12] Qin Huang, Palieva T. V. *Methodological and staffing support for multicultural and multilingual primary education in China* // *Education Management: Theory and Practice*. – 2025. – Vol. 15. – No. 3-1. – P. 212–226. [13] Luo W. *Teacher Training in China: A Review of Chinese Pedagogical Research (2012–2021)* // *International Research Journal*. – 2022. – No. 11 (125). – P. 1–9.

[14] Zhutyaeva S. A., Lei Hua. *Managing the Innovative Development of Higher Education in China through the Establishment of an Organizational-Economic Mechanism* // *Scientific Journal of ITMO University. Series «Economics and Environmental Management»*. – 2024. – No. 3. – P. 75–85.

[15] Wei. “No Less Than 4%”: *A Policy Review of China’s Fiscal Spending on Education, 2000–2020* // *ECNU Review of Education*. – 2024. – Vol. 8. – P. 686–703.



Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, E-Library.

ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru

Дата поступления рукописи в редакцию: 07.06.2026 г.
Дата принятия рукописи в печать: 14.09.2026 г.

DOI: 10.24412/cl-37390-2026-3-63-70

БАЙМУКАНОВ Тимур Валерьевич,
магистрант,
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»,
e-mail: nbv1nbv1@bk.ru

ГАЛИЕВА Алина Искандаровна,
преподаватель кафедры вычислительной
техники и инженерной кибернетики,
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный
нефтяной технический университет»,
e-mail: alinagalieva18@yandex.ru

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАДЕРЖЕК ПРИ ИНТЕГРАЦИИ MODBUS-УСТРОЙСТВ С СУБД В LINUX

Аннотация. В современных промышленных системах одной из существенных проблем интеграции Modbus-устройств с системами управления базами данных является зависимость процесса сбора, обработки и записи телеметрии от пользовательского пространства операционной системы Linux. В классической архитектуре одно пользовательское приложение выполняет опрос устройства, приём сетевого ответа, декодирование данных и запись результатов в СУБД. При росте интенсивности поступления данных такая организация обработки может сопровождаться увеличением задержек, накоплением очередей, ростом джиттера и потерей части измерений, что снижает точность временной привязки телеметрии в SCADA-комплексах и ИТ-инфраструктурах.

Актуальность работы обусловлена необходимостью воспроизводимой оценки задержек в тракте передачи данных от периферийного устройства до СУБД и поиска архитектурных решений, уменьшающих влияние пользовательского пространства операционной системы на временные характеристики обработки. Научная новизна работы заключается в разработке методики экспериментального сравнения классической пользовательской архитектуры и архитектуры с использованием загружаемого модуля ядра Linux, в которой ранняя фиксация поступления Modbus TCP-пакета и его первичная буферизация выполняются на уровне ядра.

В статье описаны сравниваемые архитектуры, структура экспериментального стенда, автоматизированный сценарий проведения эксперимента, состав собираемых логов и системных метрик, а также способ фиксации результатов в PostgreSQL. Эксперименты проводились в среде Astra Linux 1.8.3 с использованием PostgreSQL 15.14. Для анализа применялись временные метки `source_ts_ns`, `userspace_ts_ns` и `db_commit_ts_ns`, позволяющие рассчитывать задержку между первичной фиксацией данных и пользовательской обработкой, задержку записи в СУБД и полную задержку прохождения данных. Предложенная методика может использоваться для сравнительной оценки архитектур интеграции периферийных устройств с базами данных при различных режимах нагрузки.

Ключевые слова: Modbus TCP, СУБД, Linux, Astra Linux, PostgreSQL, загружаемый модуль ядра, LKM, задержка, телеметрия, экспериментальное исследование, промышленная автоматизация.

BAIMUKANOV Timur Valerievich,
Master's degree,
FSBEI HE «Ufa State Petroleum Technical University»

GALIEVA Alina Iskandarovna,
Lecturer at the Department of Computer facilities
and engineering cybernetics,
FSBEI HE «Ufa State Petroleum Technical University»

METHODOLOGY FOR EXPERIMENTAL STUDY OF LATENCIES IN THE INTEGRATION OF MODBUS DEVICES WITH DBMS IN LINUX

Annotation. *In modern industrial systems, one of the significant problems in integrating Modbus devices with database management systems is the dependence of telemetry collection, processing, and recording on the user space of the Linux operating system. In the classical architecture, a single user-space application performs device polling, receives the network response, decodes the data, and writes the results to the DBMS. As the intensity of incoming data increases, such an organization of processing may be accompanied by increased latency, queue accumulation, higher jitter, and partial loss of measurements, which reduces the accuracy of telemetry timestamping in SCADA systems and IIoT infrastructures.*

The relevance of the work is determined by the need for a reproducible assessment of latency in the data transmission path from a peripheral device to a DBMS, as well as by the search for architectural solutions that reduce the influence of the operating system user space on processing time characteristics. The scientific novelty of the work lies in the development of a methodology for experimentally comparing the classical user-space architecture with an architecture based on a loadable Linux kernel module, in which early timestamping of the incoming Modbus TCP packet and its primary buffering are performed at the kernel level.

The article describes the compared architectures, the structure of the experimental testbed, the automated experiment execution scenario, the set of collected logs and system metrics, and the method for storing results in PostgreSQL. The experiments were conducted in Astra Linux 1.8.3 using PostgreSQL 15.14. The analysis used the source_ts_ns, userspace_ts_ns, and db_commit_ts_ns timestamps, which make it possible to calculate the latency between initial data capture and user-space processing, the DBMS write latency, and the end-to-end data transmission latency. The proposed methodology can be used for comparative evaluation of peripheral device integration architectures with databases under different load conditions.

Key words: *Modbus TCP, DBMS, Linux, Astra Linux, PostgreSQL, loadable kernel module, LKM, latency, telemetry, experimental study, industrial automation.*

Введение

Современные промышленные системы сбора и хранения телеметрических данных характеризуются ростом числа периферийных устройств, увеличением частоты опроса и повышением требований к точности временной фиксации измерений. В автоматизированных системах управления технологическими процессами, SCADA-комплексах и ПоТ-инфраструктурах данные часто поступают по промышленным протоколам, одним из наиболее распространённых среди которых является Modbus TCP [1; 2]. Далее эти данные обрабатываются прикладным программным обеспечением и записываются в СУБД.

Классическая архитектура интеграции периферийных устройств с базой данных предполагает, что одно пользовательское приложение выполняет сразу несколько функций: формирует запросы, получает ответы через сокет, декодирует регистры и записывает результат в БД. Такой подход удобен для реализации, однако при росте нагрузки он приводит к увеличению зависимости временных характеристик от состояния пользовательского пространства, планировщика ОС, межпоточного взаимодействия и операций записи в СУБД [3; 4; 5]. Как показывают современные исследования, задержки в тракте «полевое устройство – прикладное ПО – база данных» могут искажать временные ряды и вызывать потерю части

данных при интенсивном потоке измерений [3; 4].

Одним из направлений уменьшения влияния пользовательского пространства на временные характеристики является перенос ранней фиксации данных ближе к сетевому стеку ядра Linux. Такой подход позволяет разделить этап первичного приёма данных и этап их последующей записи в базу. В данной работе рассматривается методика экспериментального исследования, предназначенная для сравнения двух архитектур: классической пользовательской схемы и архитектуры с использованием загружаемого модуля ядра Linux (LKM).

Цель статьи – представить методику экспериментального исследования задержек при интеграции Modbus-устройств с СУБД в Linux.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: разработан автоматизированный сценарий проведения эксперимента; определён состав временных меток для расчёта задержек; описаны сравниваемые архитектуры; организовано сохранение результатов в PostgreSQL; определён порядок анализа логов, данных СУБД и системных метрик.

Материалы и методы

Экспериментальное исследование проводилось в среде Astra Linux 1.8.3 с использованием PostgreSQL 15.14. В качестве протокола обмена с периферийным устройством использовался Modbus TCP, который является одним из стандарт-

ных решений для промышленных сетей и удобен для управляемого формирования нагрузки за счёт изменения периода опроса и количества считываемых регистров [1; 2].

В работе сравнивались две архитектуры.

Первая архитектура – классическая. В этом случае приложение «modbus_socket_latency» самостоятельно подключается к Modbus-устройству, формирует запрос чтения регистров, принимает ответ по TCP-сокету, декодирует полезную нагрузку и записывает результаты в PostgreSQL.

Вторая архитектура – LKM + reader. В данном варианте приложение «modbus_socket_latency» используется для формирования Modbus-запросов, однако входящий ответ перехватывается модулем ядра Linux. В LKM фиксируется ранняя временная метка поступления данных, после чего

данные помещаются в FIFO-буфер и передаются через символьное устройство в приложение «reader», которое выполняет декодирование и запись в PostgreSQL. Использование механизмов ядра позволяет уменьшить зависимость первичной фиксации данных от состояния пользовательского приложения и согласуется с общими подходами к снижению сетевых накладных расходов в Linux [6; 7; 8; 9].

Для проведения исследования был разработан bash-скрипт автоматизации эксперимента. Его задача заключалась в приведении среды к одинаковому начальному состоянию перед каждым запуском и в централизованной фиксации результатов. На рисунке 1 показана общая схема выполнения одного эксперимента.

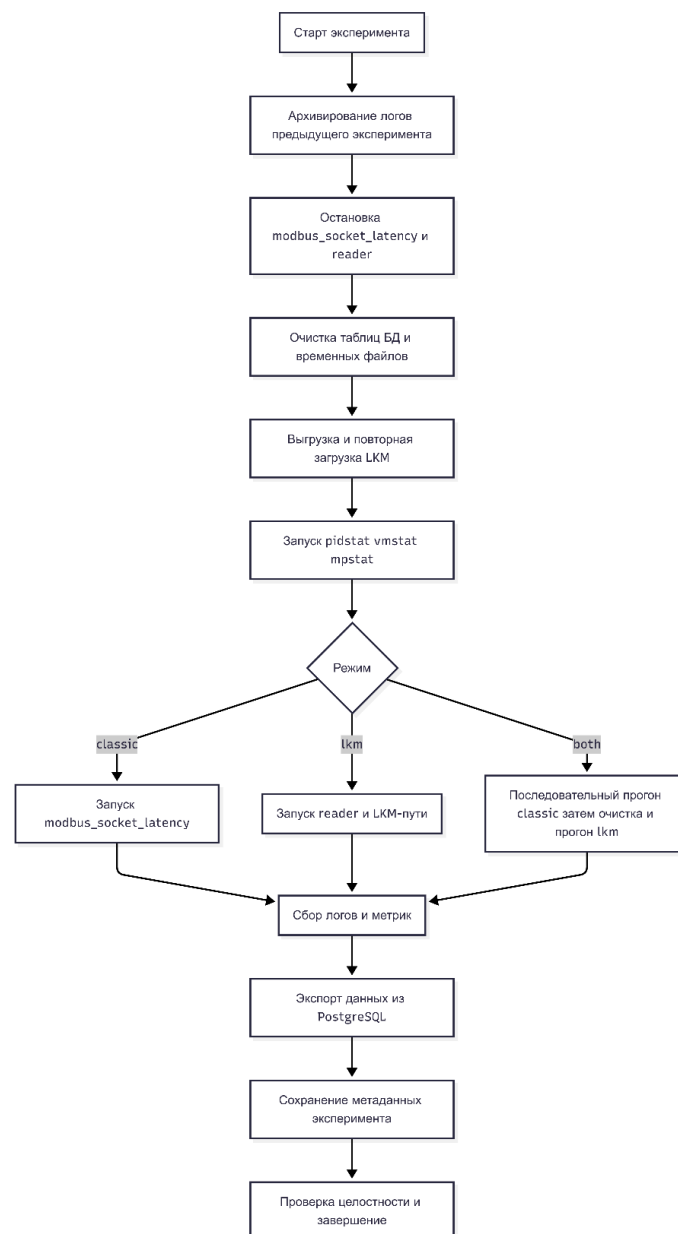


Рисунок 1. Схема автоматизированного проведения эксперимента

Перед началом каждого эксперимента выполнялись архивирование логов предыдущего запуска, остановка пользовательских приложений, очистка таблиц базы данных и временных файлов, выгрузка и повторная загрузка LKM. После этого запускались утилиты системного мониторинга `pidstat`, `vmstat` и `mpstat`, а затем – тестируемые приложения в зависимости от выбранного режима: `classic`, `lkm` или `both`. В режиме `both` сравниваемые варианты выполнялись последовательно, что позволяло исключить их взаимное влияние на CPU, память и подсистему ввода-вывода.

Нагрузка в эксперименте изменялась за счёт периода опроса Modbus-устройства, количества считываемых регистров и длительности эксперимента. Это позволило сформировать три режима исследования: нормальный, пиковый и аварийный. Нормальный режим соответствовал штатной работе системы, пиковый – повышенной интен-

сивности поступления данных, аварийный – ситуации перегрузки, при которой особенно заметно влияние очередей и операций записи в СУБД.

Для хранения результатов использовалась таблица «`modbus_measurements`» в PostgreSQL. В неё заносились тип архитектуры, временные метки, параметры пакета, адрес регистра, имя точки измерения, значение и признак качества данных. В обоих вариантах эксперимента применялись одиночные вставки, что обеспечивало однозначное сопоставление каждой записи с моментом её фиксации в БД. Применение PostgreSQL как конечного хранилища обусловлено его распространённостью, поддержкой транзакционной модели и возможностью последующего анализа данных средствами SQL [10; 11].

Ключевыми метками исследования являлись `source_ts_ns`, `userspace_ts_ns` и `db_commit_ts_ns`. Принцип их формирования показан на рисунке 2.

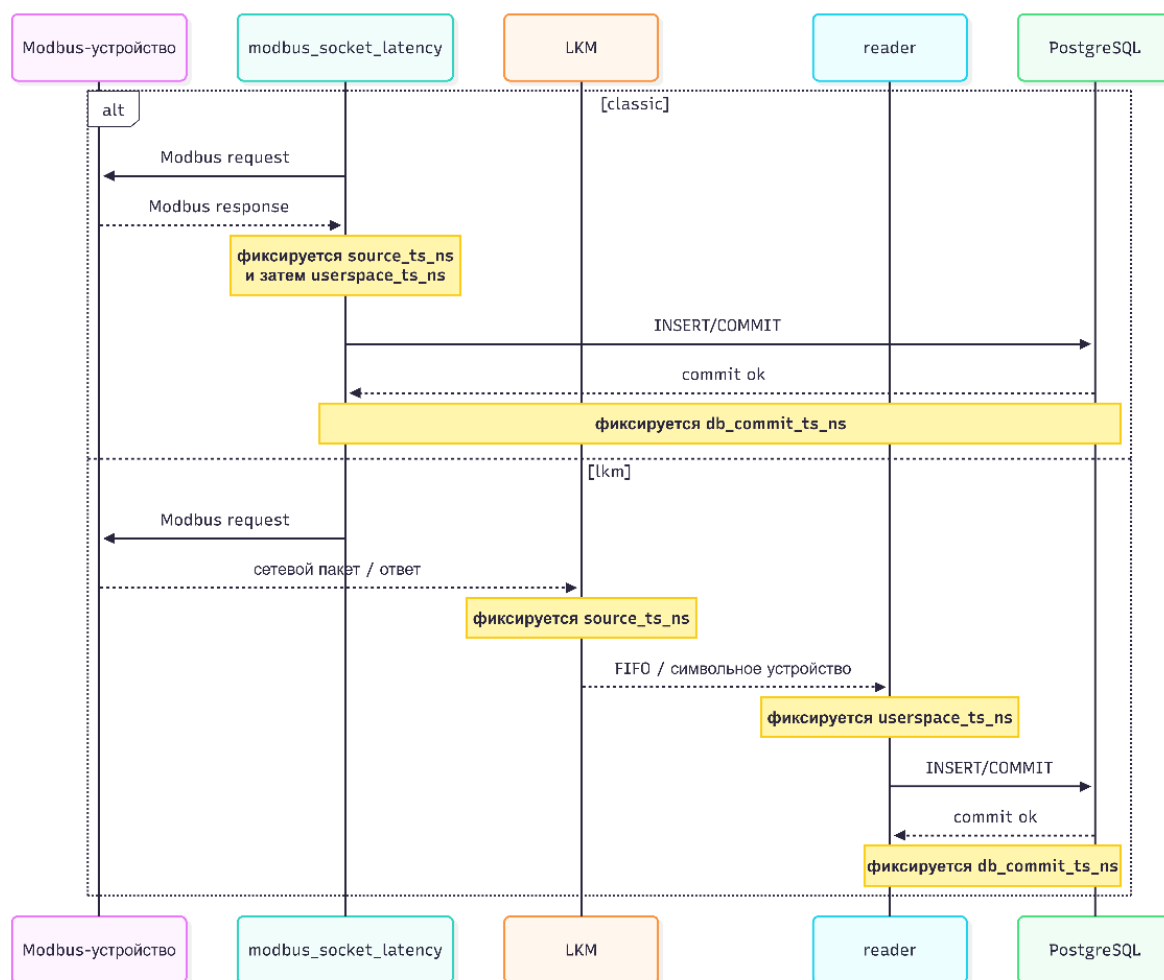


Рисунок 2. Формирование временных меток в классической архитектуре и в архитектуре LKM + reader

В классическом варианте метка `source_ts_ns` фиксировалась после получения Modbus-ответа приложением «`modbus_socket_latency`», а `userspace_ts_ns` – после обработки данных в поль-

зовательском пространстве. В архитектуре LKM + reader метка `source_ts_ns` фиксировалась в модуле ядра Linux в момент обработки входящего пакета, тогда как `userspace_ts_ns` формировалась в при-

ложении reader после чтения данных из символического устройства. Метка db_commit_ts_ns в обоих случаях соответствовала успешному завершению операции записи в PostgreSQL [10].

На основе указанных временных меток рассчитывались три вида задержек:

$$\Delta_1 = \text{userspace_ts_ns} - \text{source_ts_ns}$$

$$\Delta_2 = \text{db_commit_ts_ns} - \text{userspace_ts_ns}$$

$$\Delta_3 = \text{db_commit_ts_ns} - \text{source_ts_ns}$$

, где Δ_1 – задержка между первичной фиксацией данных и их обработкой в пользовательском пространстве; Δ_2 – задержка между пользовательской обработкой и записью в СУБД; Δ_3 – полная задержка от первичной фиксации данных до записи в базу данных.

Дополнительно в ходе эксперимента собирались системные метрики: загрузка CPU, использование памяти, операции ввода-вывода и число

контекстных переключений. Для варианта с LKM анализировалась также статистика модуля ядра, отражающая число обработанных пакетов и случаи переполнения буфера. Такой набор показателей позволяет оценивать не только итоговую задержку, но и устойчивость архитектуры при росте нагрузки.

Результаты и обсуждения

Разработанная методика позволила организовать полностью воспроизводимый сценарий экспериментального исследования. Каждый запуск формировал отдельный набор результатов, включающий технические логи приложений, сырые логи Modbus-пакетов, системные метрики, статистику LKM и параметры эксперимента. Это обеспечило возможность повторного анализа и корректного сравнения архитектур при одинаковых условиях.

Таблица 1. Условия проведения экспериментов

Режим нагрузки	Период опроса, мс	Количество опрашиваемых устройств	Количество обрабатываемых регистров в секунду
Нормальный	25	1	5000
Пиковый	25	2	10000
Аварийный	5	1	25000

Таблица 2. Сводные результаты экспериментального исследования

Режим нагрузки	Архитектура	Δ_1 , мс	Δ_2 , мс	Δ_3 , мс
Нормальный	Classic	0,344	10,826	11,171
	LKM	0,101	10,581	10,683
Пиковый	Classic	0,343	9011,694	9011,765
	LKM	0,071	4274,043	4274,386
Аварийный	Classic	0,324	19124,964	19125,036
	LKM	0,073	16155,46	16155,788

На рисунке 3 представлена динамика полной задержки для фрагмента экспериментальной выборки в нормальном режиме. График показывает, что обе архитектуры демонстрируют устойчивую работу без резких скачков задержки. При этом архитектура с использованием LKM фиксирует момент поступления Modbus TCP-пакета раньше,

чем классическое пользовательское приложение, поскольку временная метка source_ts_ns формируется на уровне сетевого стека ядра Linux. Это уменьшает зависимость первичной фиксации данных от состояния пользовательского пространства и повышает точность временной привязки измерений.

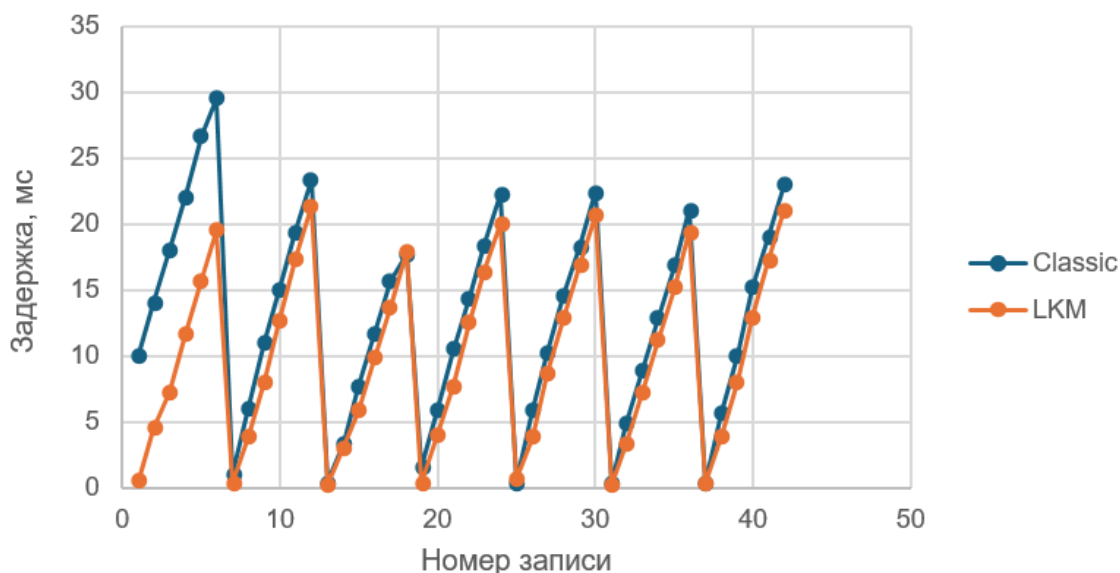


Рисунок 3. Динамика полной задержки в нормальном режиме нагрузки

Как показано на рисунке 4, при увеличении интенсивности обмена классическая архитектура демонстрирует значительно более быстрый рост полной задержки. Основной причиной является то, что одно пользовательское приложение одновременно выполняет функции опроса устройства, обработки данных и записи в СУБД. При замедлении записи в PostgreSQL начинает расти пользовательская очередь, что приводит к накоплению задержек на последующих циклах опроса.

В архитектуре LKM + reader ранний приём и первичная буферизация данных выполняются в пространстве ядра Linux. Благодаря этому момент фиксации входящего Modbus TCP-пакета меньше зависит от состояния пользовательского приложения и скорости выполнения SQL-запросов. FIFO-буфер ядра также позволяет сглаживать кратковременные пики нагрузки и уменьшать вероятность потери данных.

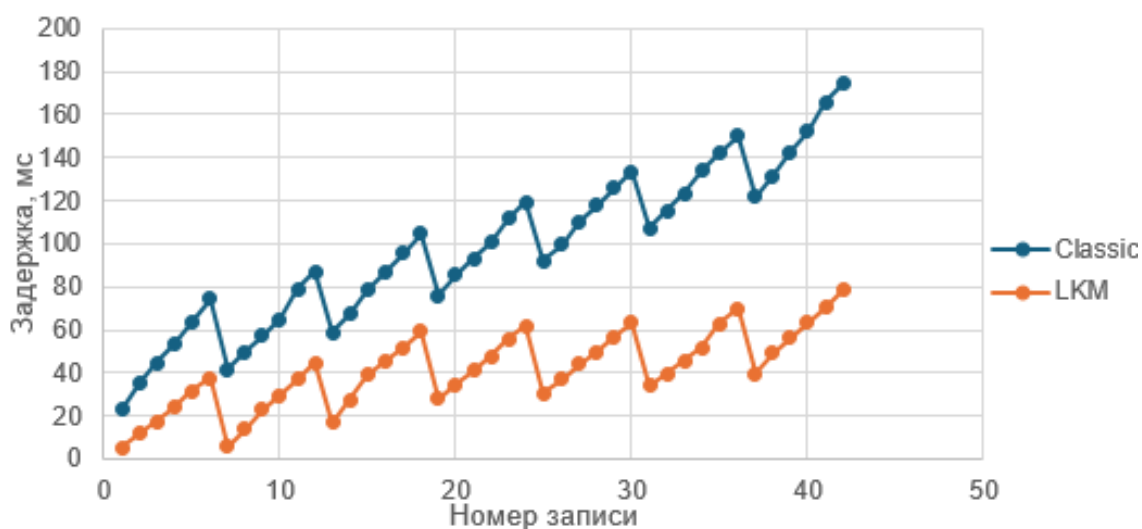


Рисунок 4. Динамика полной задержки в режиме пиковой нагрузки

На рисунке 5 приведена динамика полной задержки в аварийном режиме нагрузки. В аварийном режиме различия между архитектурами проявлялись наиболее заметно. При перегрузке классическая схема демонстрировала более выраженный рост полной задержки и большую вероятность потерь записей, что объясняется со-

вмещением в одном приложении функций опроса, обработки и записи в БД. В архитектуре LKM + reader первичная фиксация пакета происходила до передачи данных в пользовательское приложение, благодаря чему уменьшалось влияние пользовательских задержек на точность временной метки и повышалась устойчивость обработки.

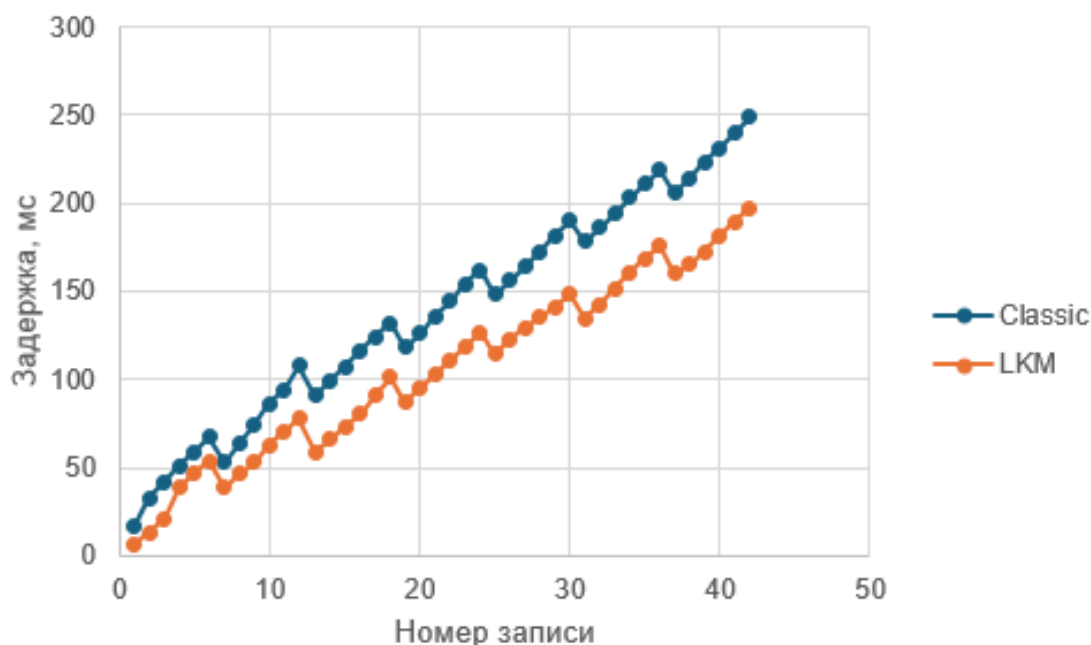


Рисунок 5. Динамика полной задержки в аварийном режиме нагрузки

Разделение полной задержки на отдельные составляющие Δ_1 , Δ_2 и Δ_3 позволило локализовать источник роста времени обработки. Если увеличивалась Δ_1 , это указывало на задержки между первичной фиксацией и пользовательской обработкой. Если возрастала Δ_2 , это свидетельствовало о влиянии пользовательской очереди, операций вставки и состояния PostgreSQL. Такой подход оказался удобен для анализа архитектурных различий и поиска узких мест системы.

Кроме того, собранные системные метрики показали, что количество контекстных переключений может рассматриваться как косвенный показатель накладных расходов пользовательского пространства. Для классической архитектуры число подобных переключений оказывалось выше, так как приложение совмещало больше функций, связанных с сетевым вводом-выводом и записью в СУБД. В архитектуре с LKM часть ранней обработки переносилась в пространство ядра, что снижало нагрузку на пользовательский контур.

Основным сравнительным показателем в рамках проведённого исследования является Δ_3 , поскольку именно он отражает полный путь прохождения данных от момента их первичной фиксации до записи в СУБД. Полученные результаты показывают, что предложенная методика позволяет не только измерять итоговую задержку, но и локализовать участок системы, на котором возникает рост времени обработки.

Все численные значения, представленные в таблице 2 и на рисунках 3–5, являются авторскими экспериментальными данными, полученными при

обработке результатов, сохранённых в PostgreSQL после выполнения автоматизированных запусков экспериментального стенда.

Заключение

В статье представлена методика экспериментального исследования задержек при интеграции Modbus-устройств с системой управления базами данных в среде Linux. Методика основана на сравнении классической пользовательской архитектуры обработки данных и архитектуры с использованием загружаемого модуля ядра Linux для ранней фиксации и буферизации Modbus TCP-пакетов.

Разработанный сценарий эксперимента включает автоматизированную подготовку окружения, запуск тестируемых приложений, сбор логов и системных метрик, сохранение результатов в PostgreSQL и их последующую проверку. Использование временных меток `source_ts_ns`, `userspace_ts_ns` и `db_commit_ts_ns` позволяет рассчитывать отдельные составляющие задержки и полную задержку прохождения данных от момента их первичной фиксации до записи в СУБД.

Практическая ценность предложенной методики заключается в возможности воспроизводимого сравнения архитектур интеграции периферийных устройств с БД и выявления узких мест системы при различных режимах нагрузки. Методика может быть использована при исследовании SCADA-систем, IoT-платформ и других решений, в которых важны точность временной привязки данных, устойчивость обработки и снижение влияния пользовательского пространства на временные характеристики телеметрического тракта.

Список литературы:

- [1] Modbus Organization. *Modbus Application Protocol Specification*. // Modbus Organization. URL: <https://www.modbus.org/file/secure/modbusprotocolspecification.pdf> (дата обращения: 15.04.2026).
- [2] Zhao S., Zhang Q., Zhao Q., Zhang X., Guo Y., Lu S., Song L., Zhao Z. *Enhancing Bidirectional Modbus TCP ↔ RTU Gateway Performance: A UDP Mechanism and Markov Chain Approach* // *Sensors*. — 2025. — №. 13. — С. 25.
- [3] Rongkai W., Chaojie G., Shibo H., Zhiguo S., Wenchao M. *An interoperable and flat Industrial Internet of Things architecture for low latency data collection in manufacturing systems* // *Journal of Systems Architecture*. — 2022.
- [4] Hijazi A., Andó M., Pödör Z. *Data losses and synchronization according to delay in PLC-based industrial automation systems* // *Heliyon*. — 2024. — №. 18. — С. 10.
- [5] Gallenmüller S., Wiedner F., Naab J., Carle G. *How Low Can You Go? A Limbo Dance for Low-Latency Network Functions* // *Journal of Network and Systems Management*. — 2022. — С. 31.
- [6] Bristot de Oliveira D., Casini D., Cucinotta T. *Operating System Noise in the Linux Kernel* // *IEEE Transactions on Computers*. — 2023. — №. 1. — С. 72.
- [7] Fernández F., Zverev M., Garrido P., Juárez J. R., Bilbao J., Agüero R. *Even Lower Latency in IIoT: Evaluation of QUIC in Industrial IoT Scenarios* // *Sensors*. — 2021. — №. 17. — С. 21.
- [8] Adam G. K. *Real-Time Performance and Response Latency Measurements of Linux Kernels on Single-Board Computers* // *Computers*. — 2021. — №. 5. — С. 10.
- [9] *PostgreSQL 15 Documentation* // PostgreSQL Global Development Group. URL: <https://www.postgresql.org/docs/15/> (дата обращения: 16.04.2026).
- [10] Советов Б. Я., Цехановский В. В., Чертовской В. Д. *Базы данных*. — 2-е изд. — М. : Юрайт, 2015. — 463 с.
- [11] *Timestamping* // *Linux Kernel Documentation*. URL: <https://www.kernel.org/doc/html/latest/networking/timestamping.html> (дата обращения: 16.04.2026).

References:

- [1] Modbus Organization. *Modbus Application Protocol Specification*. // Modbus Organization. URL: <https://www.modbus.org/file/secure/modbusprotocolspecification.pdf> (access date: 04/15/2026).
- [2] Zhao S., Zhang Q., Zhao Q., Zhang X., Guo Y., Lu S., Song L., Zhao Z. *Enhancing Bidirectional Modbus TCP ↔ RTU Gateway Performance: A UDP Mechanism and Markov Chain Approach* // *Sensors*. - 2025. - No. 13. - P. 25.
- [3] Rongkai W., Chaojie G., Shibo H., Zhiguo S., Wenchao M. *An interoperable and flat Industrial Internet of Things architecture for low latency data collection in manufacturing systems* // *Journal of Systems Architecture*. — 2022.
- [4] Hijazi A., Andó M., Pödör Z. *Data losses and synchronization according to delay in PLC-based industrial automation systems* // *Heliyon*. - 2024. - No. 18. - P. 10.
- [5] Gallenmüller S., Wiedner F., Naab J., Carle G. *How Low Can You Go? A Limbo Dance for Low-Latency Network Functions* // *Journal of Network and Systems Management*. - 2022. - P. 31.
- [6] Bristot de Oliveira D., Casini D., Cucinotta T. *Operating System Noise in the Linux Kernel* // *IEEE Transactions on Computers*. - 2023. - No. 1. - P. 72.
- [7] Fernández F., Zverev M., Garrido P., Juárez J. R., Bilbao J., Agüero R. *Even Lower Latency in IIoT: Evaluation of QUIC in Industrial IoT Scenarios* // *Sensors*. - 2021. - No. 17. - P. 21.
- [8] Adam G. K. *Real-Time Performance and Response Latency Measurements of Linux Kernels on Single-Board Computers* // *Computers*. - 2021. - No. 5. — P. 10.
- [9] *PostgreSQL 15 Documentation* // PostgreSQL Global Development Group. URL: <https://www.postgresql.org/docs/15/> (accessed: 16.04.2026).
- [10] Sovetov B. Ya., Tsekhanovsky V. V., Chertovskoy V. D. *Databases*. — 2nd ed. — Moscow : Yurayt, 2015. — 463 p.
- [11] *Timestamping* // *Linux Kernel Documentation*. URL: <https://www.kernel.org/doc/html/latest/networking/timestamping.html> (accessed: 16.04.2026).

Дата поступления рукописи в редакцию: 07.06.2026 г.
Дата принятия рукописи в печать: 14.09.2026 г.

DOI: 10.24412/cl-37390-2026-3-71-82

ГАЛЫШЕВ Юрий Виталиевич,
доктор технических наук, профессор,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
e-mail: galyshev57@yandex.ru

АБЫЗОВ Олег Витальевич,
кандидат технических наук, доцент,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
e-mail: oleg.abyzov@yandex.ru

МЕТЕЛЕВ Андрей Александрович,
старший преподаватель,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
e-mail: petmet@mail.ru

ЛО Синьяо,
аспирант,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
e-mail: losinyao181031@gmail.com

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДВОЙНОГО ВПРЫСКА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС И ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ В ГАЗОДИЗЕЛЕ, РАБОТАЮЩЕМ НА АММИАКЕ

Аннотация. Аммиак является перспективным безуглеродным топливом для двигателей внутреннего сгорания. Для эффективного сгорания топливовоздушной смеси в камере сгорания газодизельного ДВС необходимо подобрать оптимальное соотношение аммиака и дизельного топлива и правильно организовать подачу топлива. В статье приводятся результаты численного моделирования процесса горения топливной смеси аммиак/дизельное топливо в газодизеле. Объект исследования – современный автотракторный ДВС ЯМЗ-53402. Для моделирования рабочего процесса и образования вредных веществ в цилиндре двигателя использовался программный комплекс ANSYS Forte. Исследовано влияние двойного впрыска дизельного топлива и таких его параметров как угол предварительного впрыска, угол основного впрыска и доля предварительного впрыска на характеристики рабочего цикла и концентрации вредных выбросов. По результатам исследования установлено, что:

- Двухстадийный впрыск улучшает распределение смеси и реакционную способность аммиака, ускоряет реакцию и смещает фазу горения. При доле аммиака 60% при двухстадийном впрыске достигается наивысший термический КПД 47,17%.

- Оптимальный момент предварительного впрыска -30° до ВМТ. Оптимальный момент основного впрыска -9° до ВМТ. Оптимальная доля предварительного впрыска 40%. В совокупности данные настройки впрыска позволяют получить наивысший КПД 47,17% при умеренных выбросах CO, CO₂, сажи, NO_x и NH₃.

Ключевые слова: альтернативное топливо, аммиак, двигатель внутреннего сгорания, кинетика, токсичные выбросы, топливоподача, впрыск, компьютерное моделирование.

GALYSHEV Yuri Vitalievich,
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

ABYZOV Oleg Vitalievich,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

METELEV Andrey Aleksandrovich,
Senior lecturer,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

LUO Xinyao,
graduate student,
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University

A COMPUTATIONAL STUDY OF THE EFFECT OF DUAL-INJECTION DIESEL FUEL ON THE PERFORMANCE AND EMISSIONS OF AN AMMONIA-POWERED GAS-DIESEL ENGINE

Annotation. Ammonia is a promising carbon-free fuel for internal combustion engines. For efficient combustion of the air-fuel mixture in the combustion chamber of a gas-diesel engine, it is necessary to select the optimal ratio of ammonia to diesel and properly organize the fuel injection process. This article presents the results of a numerical simulation of the combustion process of an ammonia/diesel fuel mixture in a gas-diesel engine. The object of the study is a modern YaMZ-53402 automotive and tractor internal combustion engine. ANSYS Forte software was used to simulate the combustion process and the formation of toxic emissions in the cylinder. The effect of dual diesel fuel injection and its parameters, such as pilot injection angle, main injection angle, and pilot injection fraction, on the combustion characteristics and harmful emissions was studied. The study found that:

- Dual injection improves mixture distribution and ammonia reactivity, accelerates the reaction, and advances the combustion phase. At an ammonia fraction of 60%, dual injection achieves the highest thermal efficiency.

- The optimal pilot injection timing is -30° BTDC. The optimal main injection timing is -9° BTDC. The optimal pilot injection fraction is 40%. Taken together, these injection settings enable the highest efficiency of 47.17% with moderate CO, CO₂, soot, NO_x, and NH₃ emissions.

Key words: alternative fuel, ammonia, internal combustion engine, kinetics, toxic emissions, fuel delivery, injection, computational fluid dynamics.

Введение

Вследствие ужесточения экологических норм и истощения традиционных источников энергии, аммиак, как безуглеродное топливо, привлекает большое внимание исследователей разных стран. Аммиак обладает рядом преимуществ в качестве топлива для силовых установок, в частности, для двигателей внутреннего сгорания.

В исследованиях [1; 2; 3] указывается, что для достижения оптимальной топливной эффективности доля аммиака в смеси с дизельным топливом должна составлять 40-60%. При этом, при увеличении доли аммиака вплоть до 95% удастся сохранить мощность и КПД двигателя практически неизменными, однако, при таком высоком содержании аммиака значительно возрастают выбросы оксидов азота и несгоревшего аммиака.

Для организации эффективного сгорания топливных смесей с аммиаком ключевую роль играет стратегия подачи топлива. В работах [4; 5] показано, что по сравнению с одиночным впры-

ском, применение пилотного впрыска дизельного топлива при той же доле аммиака позволяет повысить максимальное давление в цилиндре, сместить фазу горения вперед и повысить индикаторный тепловой КПД, увеличив его примерно на 2% при 70% доле аммиака. Путем оптимизации момента основного и предварительного впрыска дизельного топлива при 70% доле аммиака можно значительно снизить выбросы несгоревшего NH₃ и уменьшить выбросы парниковых газов на 69% по сравнению с режимом чистого дизельного топлива. Стратегия пилотного впрыска повышает стабильность сгорания и увеличивает допустимый верхний предел доли аммиака.

Таким образом, при исследовании применения аммиачного топлива в газодизельных двигателях необходимо проанализировать и сформулировать оптимальную стратегию впрыска топлива.

Материалы и методы

В данном исследовании для моделирования использовалось программное обеспечение Ansys

Forte. Исследование проводилось для трехмерной модели камеры сгорания дизельного двигателя ЯМЗ-53402. Для повышения вычислительной эффективности расчётная область модели включала период от момента закрытия впускного клапана до момента открытия выпускного клапана. Базовый размер сетки расчётной модели составлял 2.0 мм. Также были заданы опции сгущения сетки для форсунки, цилиндра и поршня и применена опция адаптивного сгущения по скорости и температуре. Расчетная сетка показана на рисунке 1.

При выборе моделей процесс распыления и дробления струи жидкого топлива моделировался с использованием модели дробления Кельвина-Гельмгольца/Рэля-Тейлора (KH-RT), которая используется для отслеживания роста поверхностных волн на каплях. Процесс столкновения капель

со стенкой моделировался с использованием модели радиуса влияния. Турбулентные характеристики потока в камере сгорания моделировались с использованием турбулентной модели (RNG) k-ε. Окислительное поведение воспламеняющего дизельного топлива представлялось двухкомпонентной смесью, состоящей из 70% н-декана и 30% 1-метилнафталина. Кинетическая модель химических реакций для дизельного топлива/аммиака представляла собой упрощённый механизм, разработанный авторами, содержащий 209 компонентов и 894 элементарные химические реакции, включая расширенный подмеханизм $N_2O/NO/NO_2$ для моделирования образования NO_x . Образование сажи моделировалось с помощью подробного кинетического механизма.

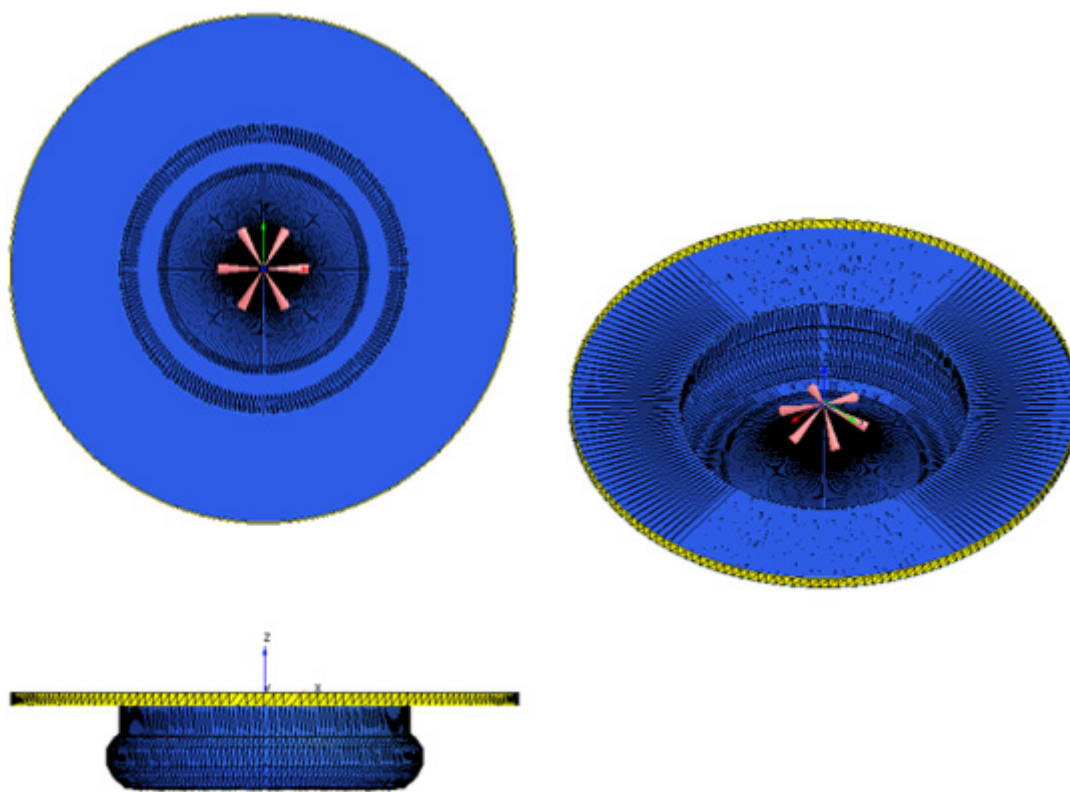


Рисунок 1. Схема сетки модели камера сгорания двигателя ЯМЗ-53402

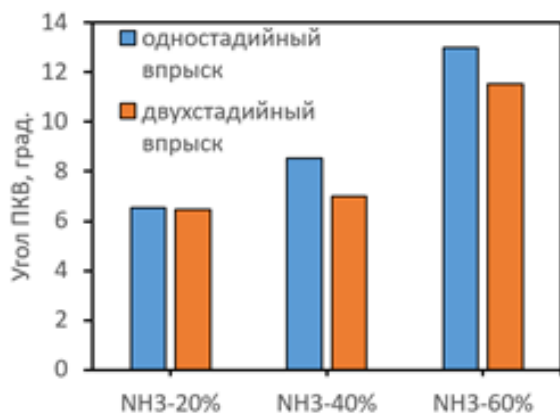
Результаты и обсуждение

Сравнение влияния одностадийного и двухстадийного впрыска дизельного топлива на характеристики горения. Доля и момент пилотно-

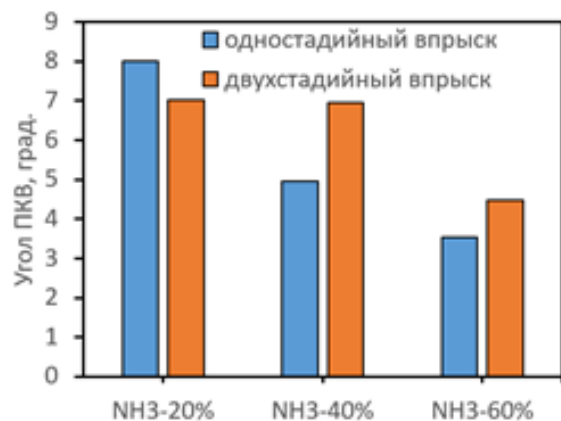
го впрыска, а также угол основного впрыска при этом фиксированы. Схемы моделирования представлены в таблице 1. Результаты влияния стратегии впрыска на продолжительность горения приведены на рисунке 2.

Таблица 1. Схема моделирования для двух стратегий впрыска

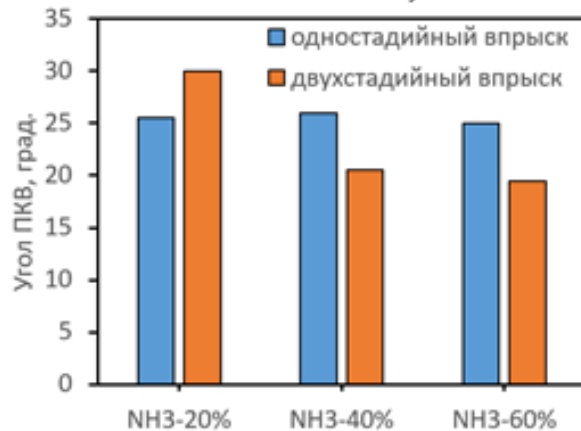
Стратегия впрыска	Одностадийный	Двухстадийный
Доля аммиака	20%, 40%, 60%, 80%	20%, 40%, 60%, 80%
Угол пилотного впрыска	-	-40
Угол основного впрыска	-9	-9
Доля пилотного впрыска	-	40%



а) период задержки воспламенения



б) основной период горения



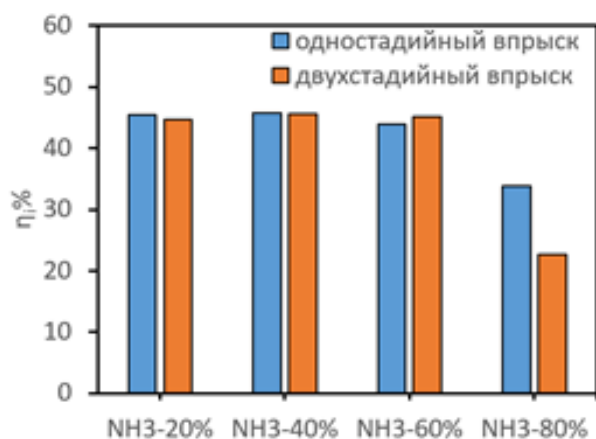
в) общая продолжительность горения

Рисунок 2. Сравнение периода задержки воспламенения, основного периода горения и общей продолжительности горения для двухтопливного двигателя аммиак/дизель при одностадийном и двухстадийном впрыске дизельного топлива

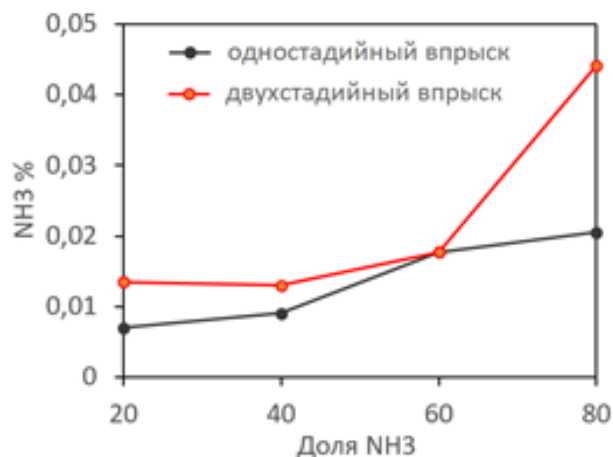
С ростом доли аммиака период задержки воспламенения значительно увеличивается. При двухстадийном впрыске этот период короче, чем при одностадийном. Предварительное сгорание дизеля повышает температуру в цилиндре, сокращая время подготовки к воспламенению. Общая продолжительность горения при двухстадийном

впрыске сокращается, особенно при высоких долях аммиака, что указывает на повышение скорости горения на поздних стадиях.

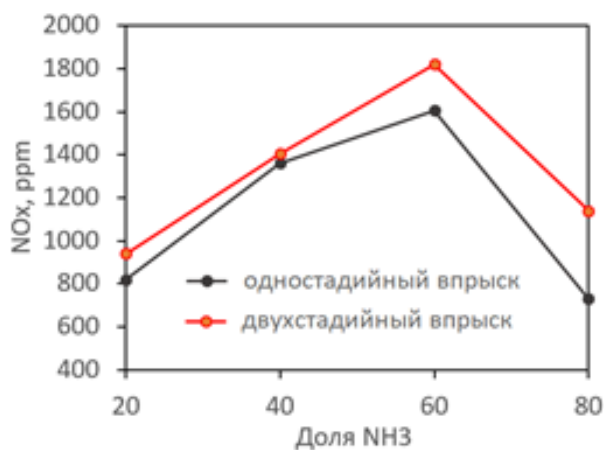
Влияние стратегии впрыска на тепловой КПД двигателя и на токсичные выбросы приведено на рисунке 3.



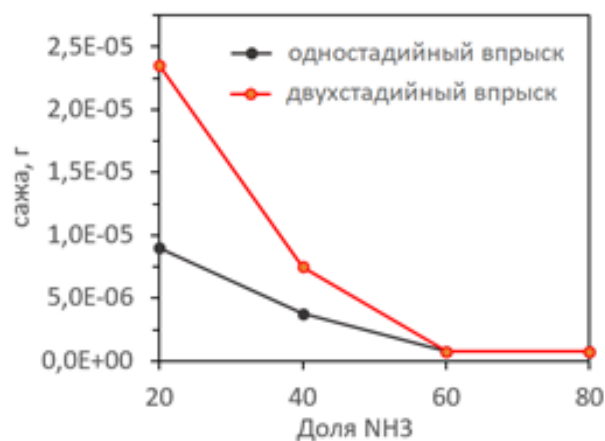
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3. Сравнение показатели двухтопливного двигателя аммиак/дизель при одностадийной и двухстадийной стратегиях впрыска дизельного топлива. а) тепловой КПД, б) NH₃, в) NO_x г) сажа

При доле аммиака 60% за счет увеличения температуры в цилиндре и повышения реакционной способности топливовоздушной смеси двухстадийный впрыск позволяет получить на 1,17% более высокий КПД. При дальнейшем повышении доли аммиака до 80% поддерживать стабильное горение не представляется возможным.

На основании характеристик эффективности и выбросов двигателя можно сделать вывод, что при использовании двухтопливного режима сгорания аммиак/дизель при степени замещения аммиаком 60% двухстадийная стратегия впрыска способна обеспечить высокий тепловой КПД без резкого роста вредных выбросов.

При высоких долях аммиака в двухтопливном режиме аммиак/дизель общий объем прямого впрыска сокращается, а ингибирующее действие аммиака на горение усиливается, что требует оптимизации параметров двухстадийного впрыска. В последующих разделах исследуются фазы и соотношение основного и предварительного впрыска.

Влияние момента предварительного впрыска на характеристики горения двухтопливного двигателя. Методика исследования представлена в таблице 2. Результаты приводятся на рисунках 4, 5, 6.

Таблица 2. Схема моделирования для различных углов предварительного впрыска

Стратегия впрыска	Двухстадийный
Доля аммиака	60%
Угол предварительного впрыска	-20, -30, -40, -50, -60
Угол основного впрыска	-9
Доля предварительного впрыска	40%

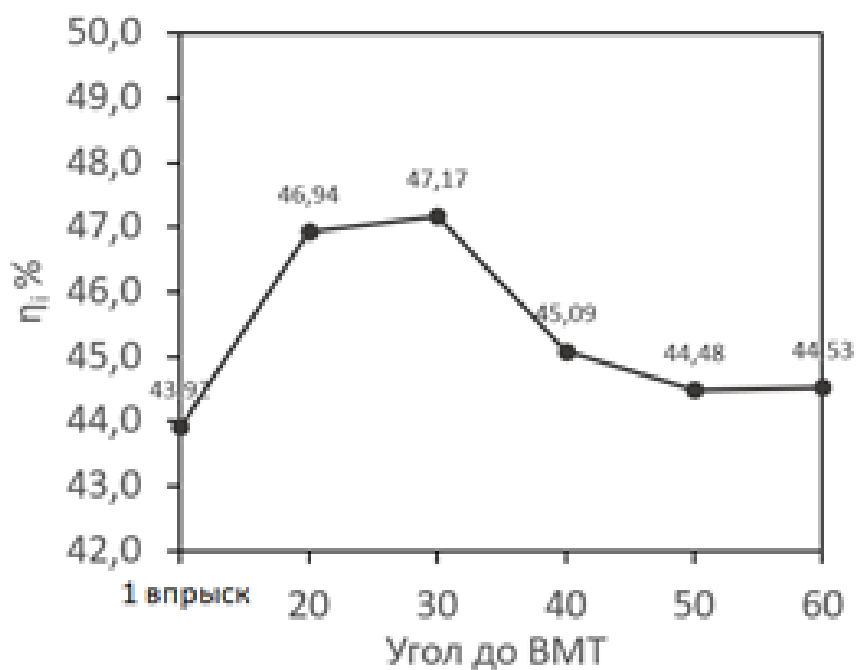


Рисунок 4. Влияние момента предварительного впрыска при двухстадийной стратегии на термический КПД

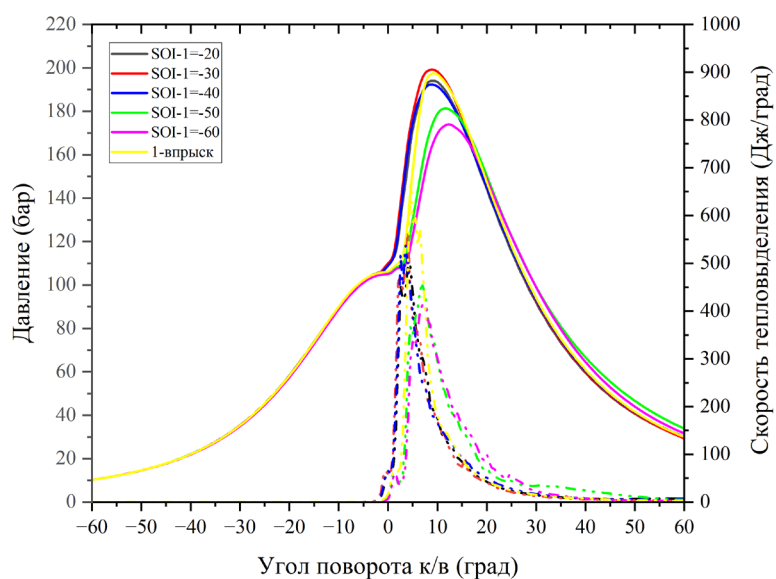


Рисунок 5. Влияние момента предварительного впрыска при двухстадийной стратегии на давление в цилиндре и скорость тепловыделения

При опережении угла предварительного впрыска с -20° до -30° максимальное давление в цилиндре несколько повышается, при дальнейшем опережении до -60° наблюдается явная тенденция

к снижению. При угле предварительного впрыска -30° тепловой КПД достигает максимального значения 47,17%.

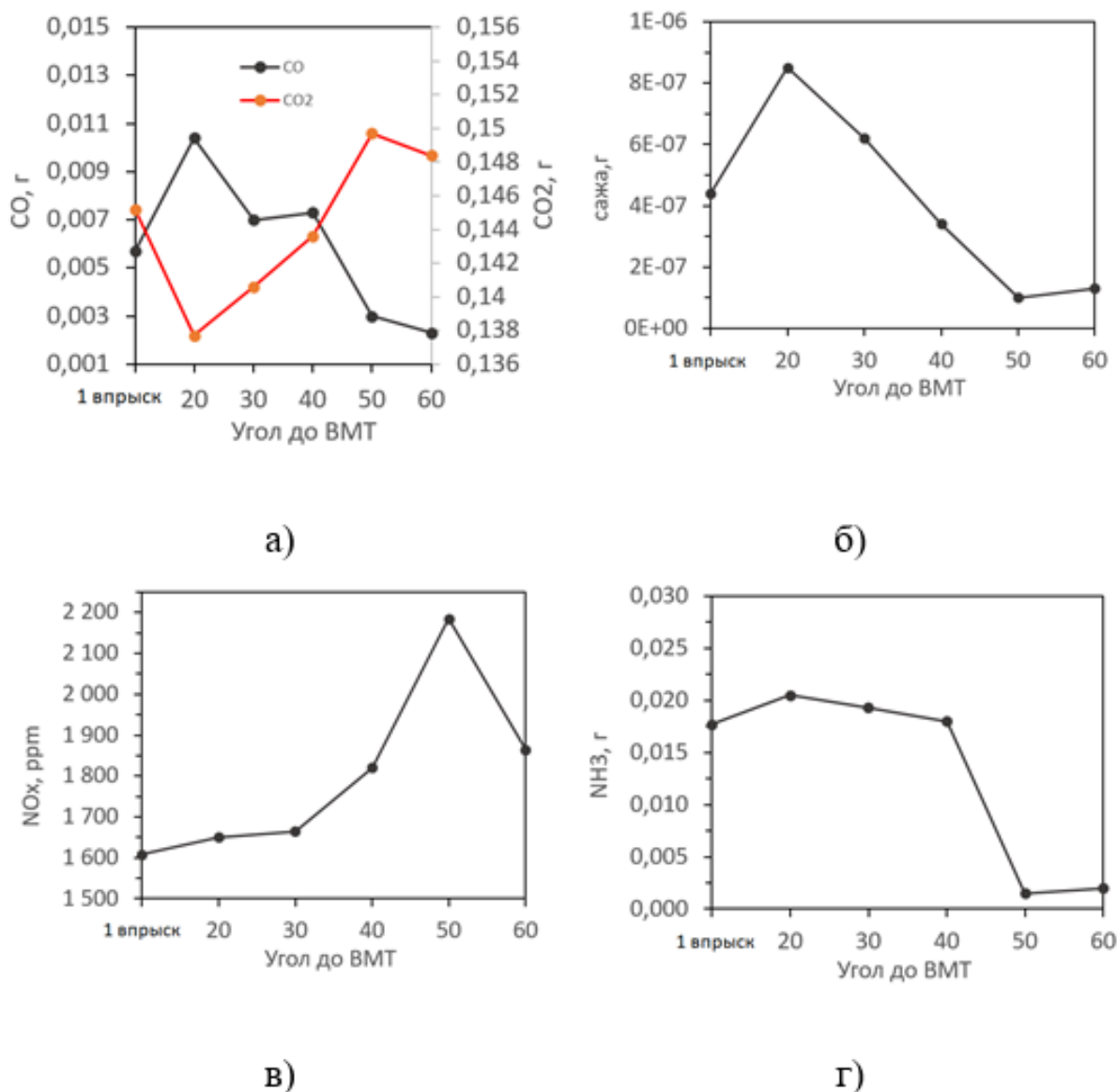


Рисунок 6. Показатели выбросов при различных моментах предварительного впрыска. а) CO, CO₂, б) сажа, в) NO_x, г) NH₃

По сравнению с одностадийным впрыском выбросы CO и CO₂ при двухстадийном впрыске изменяются незначительно; выбросы сажи и несгоревшего аммиака – снижаются с увеличением угла опережения впрыска, а выбросы NO_x увеличиваются.

Влияние момента основного впрыска на характеристики горения двухтопливного двигателя. Момент предварительного впрыска -30° является оптимальным для двухстадийной стратегии

впрыска, поэтому при изучении влияния момента основного впрыска момент предварительного впрыска установлен на -30° , а момент основного впрыска варьировался от -3° до -15° с шагом 3° . Доля предварительного впрыска составляла 40% от общей массы впрыскиваемого дизельного топлива. Экспериментальная схема представлена в Таблице 3. Результаты исследования приведены на рисунках 7, 8, 9.

Таблица 3. Схема моделирования для различных углов основного впрыска

Стратегия впрыска	Двухстадийный
Доля аммиака	60%
Угол предварительного впрыска	-30
Угол основного впрыска	-3, -6, -9, -12, -15
Доля предварительного впрыска	40%

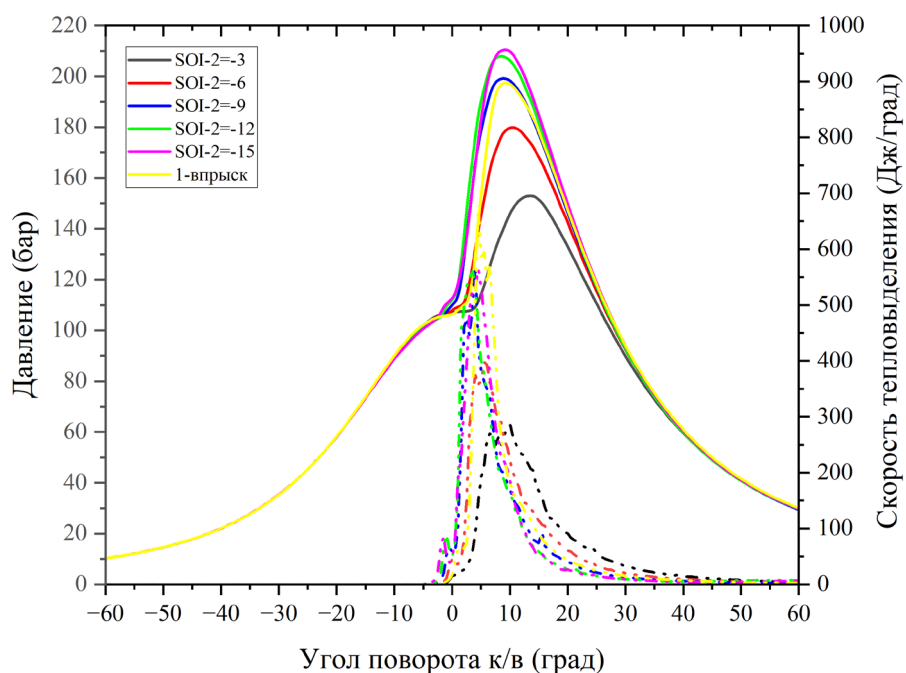


Рисунок 7. Давление и скорость тепловыделения в камере сгорания при различных моментах основного впрыска

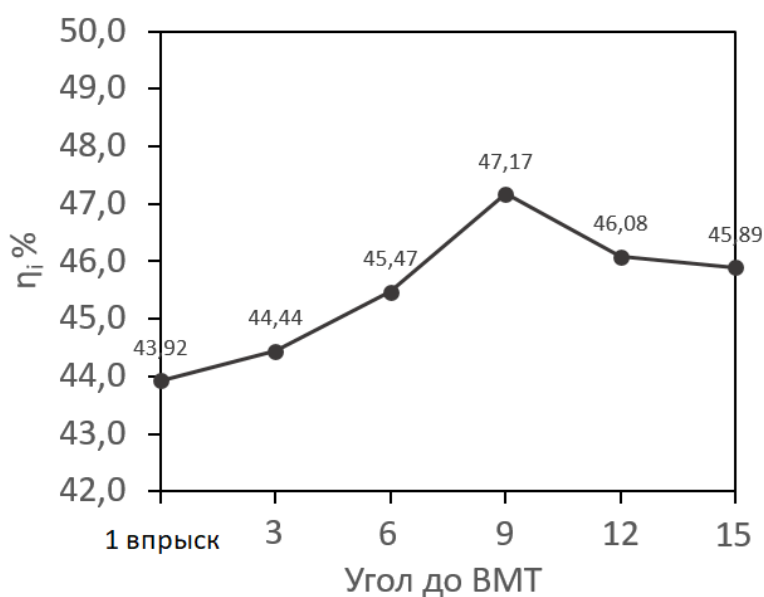
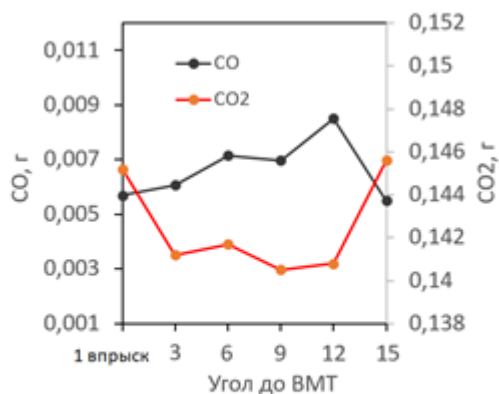


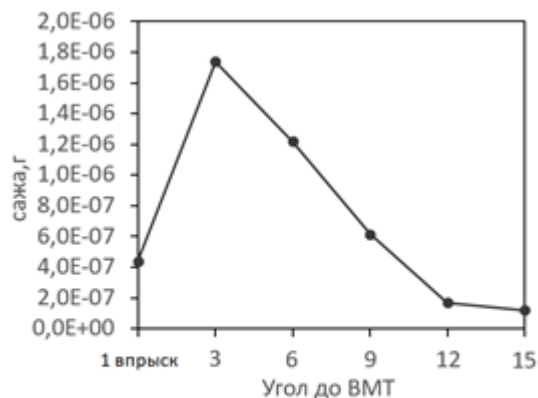
Рисунок 8. Тепловой КПД двигателя при различных моментах основного впрыска

Более ранний основной впрыск приводит к общему смещению фазы горения в сторону опережения, максимальное давление в цилиндре и скорость тепловыделения значительно возраста-

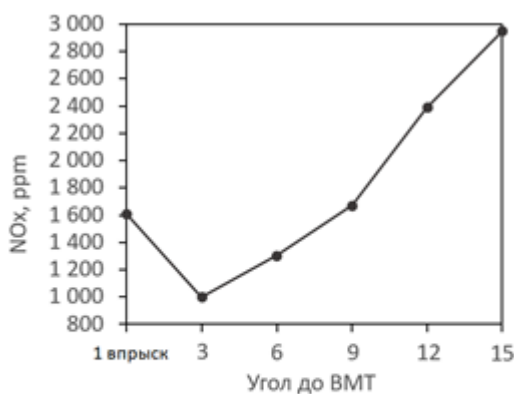
ют, тепловыделение становится более концентрированным и ближе к ВМТ. Тепловой КПД имеет максимум при угле -9° и составляет 47,17%.



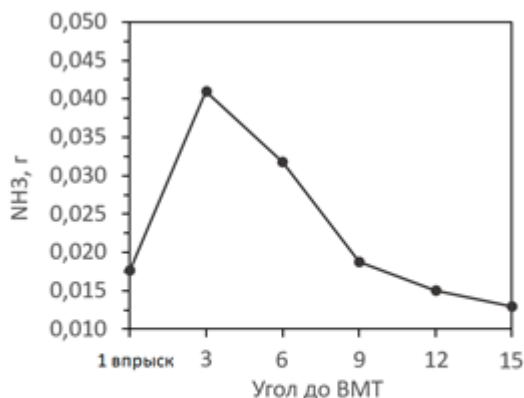
а)



б)



в)



г)

Рисунок 9. Показатели выбросов при различных моментах основного впрыска.

а) CO, CO₂, б) сажа, в) NO_x, г) NH₃

Изменения выбросов CO и CO₂ незначительны; выбросы сажи постепенно уменьшаются с увеличением опережения основного впрыска; выбросы NO_x постепенно увеличиваются из-за повышения температуры сгорания; выбросы несгоревшего NH₃ снижаются с увеличением опережения впрыска, что указывает на то, что более ранний впрыск способствует более полному сго-

ранию аммиака.

Влияние доли предварительного впрыска на характеристики горения двухтопливного двигателя. При изучении, момент предварительного впрыска установлен на -30° , момент основного впрыска на -9° . Экспериментальная схема представлена в Таблице 4. Результаты исследования приведены на рисунках 10,11,12.

Таблица 4. Схема моделирования при различных долях предварительного впрыска

Стратегия впрыска	Двухстадийный
Доля аммиака	60%
Угол предварительного впрыска	-30
Угол основного впрыска	-9
Доли предварительного впрыска	30%, 40%, 50%, 60%, 70%

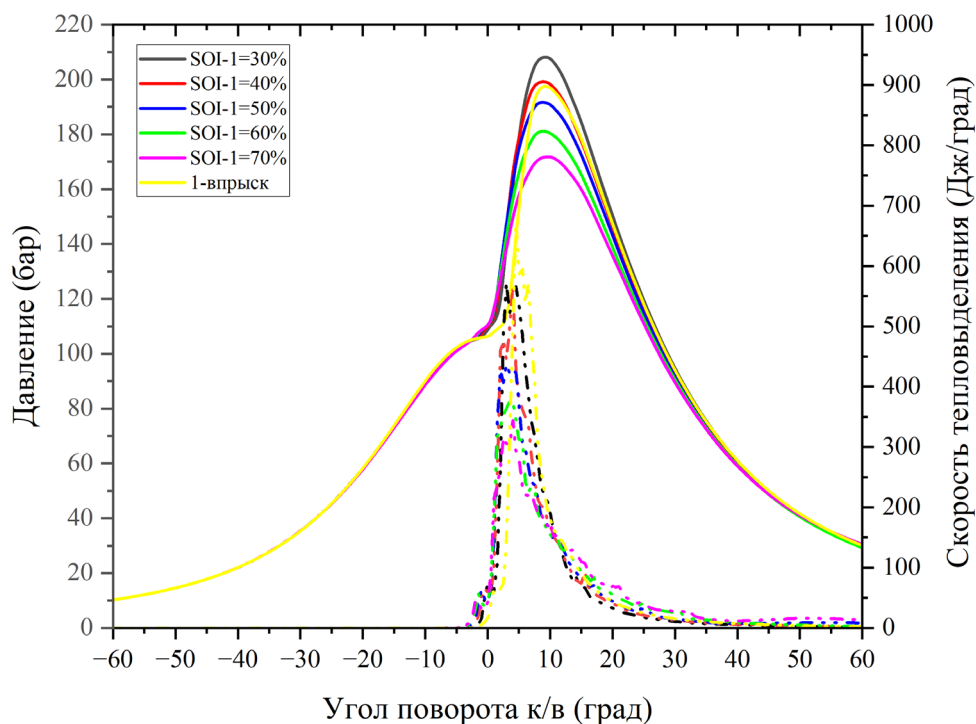


Рисунок 10. Давление и скорость тепловыделения в камере сгорания при различных долях предварительного впрыска

При использовании двухстадийного впрыска, по мере увеличения доли предварительного впрыска с 30% до 70%, пиковое давление в цилиндре и

пиковая скорость тепловыделения заметно снижаются, а концентрация горения ослабевает.

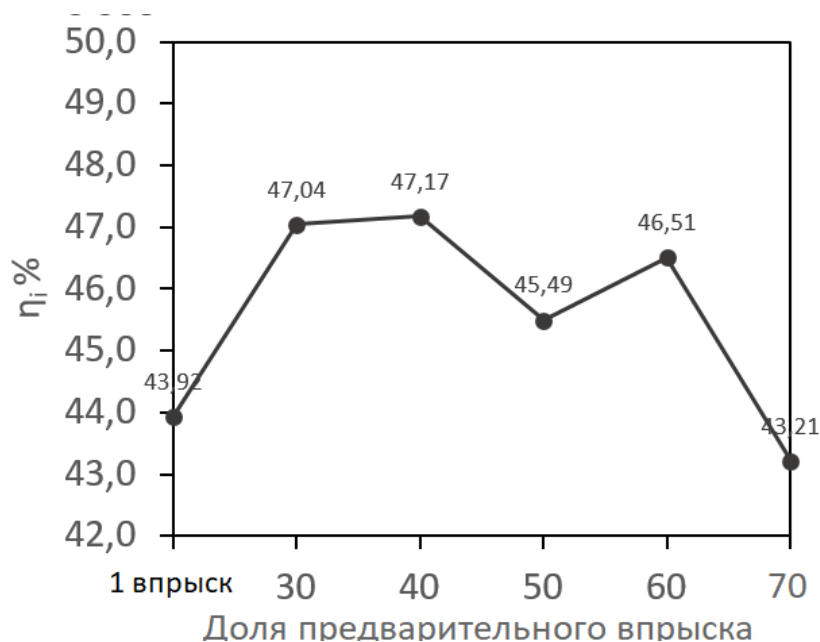


Рисунок 11. Тепловой КПД двигателя при различных долях предварительного впрыска

КПД достигает максимального значения 47,17% при доле предварительного впрыска 40%, что свидетельствует о том, что умеренная доля

предварительного впрыска способна улучшить процесс горения и повысить эффективность.

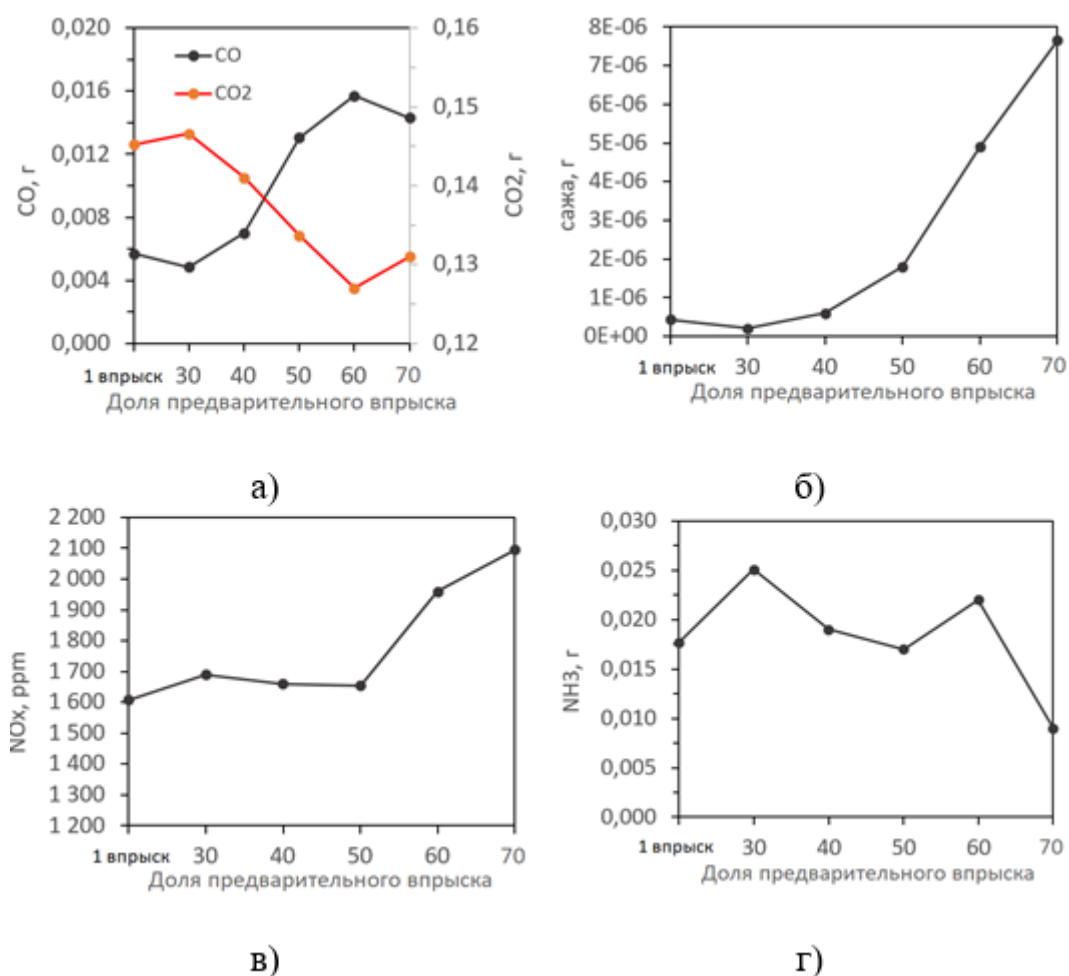


Рисунок 12. Показатели выбросов при различных долях предварительного впрыска.
а) CO, CO₂, б) сажа, в) NO_x, г) NH₃

В аспекте выбросов, с увеличением доли предварительного впрыска с 30% до 70%, выбросы CO постепенно возрастают, тогда как выбросы CO₂ последовательно снижаются. Выбросы сажи быстро увеличиваются с повышением доли предварительного впрыска. Выбросы NO_x постепенно растут с увеличением доли предварительного впрыска, что объясняется более ранним воспламенением предварительно смешанной смеси при более высокой доле предварительного впрыска и образованием высокотемпературного ядра на начальной стадии горения, что повышает локальную температуру в цилиндре и, соответственно, усиливает механизм образования термических NO_x. Выбросы несгоревшего аммиака NH₃ демонстрируют тенденцию первоначального роста с последующим снижением.

Выводы

В данной статье численно моделируется процесс горения топливной смеси аммиак/дизельное

топливо путём регулирования смесеобразования, стратификации и реакционной способности с помощью двухстадийного впрыска дизеля. Проанализированы распределения температуры, концентрации и динамика образования токсичных веществ, а также механизм влияния стратегии впрыска на характеристики двигателя. Основные выводы:

1. Двухстадийный впрыск улучшает распределение смеси и реакционную способность аммиака, ускоряет реакции и смещает фазу горения. При доле аммиака 60% при двухстадийном впрыске достигается наивысший термический КПД 47,17%.

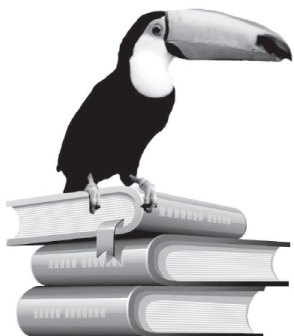
2. Оптимальный момент предварительного впрыска -30° до ВМТ. Оптимальный момент основного впрыска -9° до ВМТ. Оптимальная доля предварительного впрыска 40%. В совокупности данные настройки впрыска позволяют получить наивысший КПД 47,17% при умеренных выбросах сажи, NO_x и NH₃.

Список литературы:

- [1] Кулешов А. С., Кулешов А. А., Марков В. А. и др. Расчетные исследования параметров рабочего процесса дизельного двигателя с добавками аммиака во впускную систему // *Двигателестроение*. — 2023. — № 3 (293). — С. 71-93.
- [2] Галышев Ю. В., Синьяо Л., Абызов О. В., Зайцев А. Б. Моделирование рабочего процесса газодизеля, работающего на аммиаке с добавкой водорода // *Тракторы и сельхозмашины*. — 2024. — № 6. — С. 748-759.
- [3] Guo L, Zhu J, Fu L, Li Z, Liu F, Wang Z, Liu X, Dong Q. Effects of Pre-Injection Strategy on Combustion Characteristics of Ammonia/Diesel Dual-Fuel Compression Ignition Mode // *Energies*. — 2023. — №. 16(23):7687.
- [4] Lang M.C., Su Y., Wang Y.D., et al. Experimental study on the effects of pilot injection strategy on combustion and emission characteristics of ammonia/diesel dual fuel engine under low load // *Energy*. — 2024. — №. 303: 131913.
- [5] Lee J., Park C., Jang I., et al. Experimental research on the effect of diesel post-injection conditions on the efficiency and global warming potential in a single-cylinder fourstroke marine engine fueled with ammonia and diesel // *Energy*. — 2025. — №. 314: 134244.

References:

- [1] Kuleshov A. S., Kuleshov A. A., Markov V. A., et al. Computational studies of diesel engine operating process parameters with ammonia addition to the intake system // *Engine Building*. — 2023. — No. 3 (293). — P. 71-93.
- [2] Galyshev Yu. V., Sinyao L., Abyzov O. V., Zaitsev A. B. Modeling the operating process of a gas-diesel engine running on ammonia with hydrogen addition // *Tractors and Agricultural Machinery*. — 2024. — No. 6. — P. 748-759.
- [3] Guo L, Zhu J, Fu L, Li Z, Liu F, Wang Z, Liu X, Dong Q. Effects of Pre-Injection Strategy on Combustion Characteristics of Ammonia/Diesel Dual-Fuel Compression Ignition Mode // *Energies*. — 2023. — No. 16(23):7687.
- [4] Lang M.C., Su Y., Wang Y.D., et al. Experimental study on the effects of pilot injection strategy on combustion and emission characteristics of ammonia/diesel dual fuel engine under low load // *Energy*. — 2024. — No. 303: 131913.
- [5] Lee J., Park C., Jang I., et al. Experimental research on the effect of diesel post-injection conditions on the efficiency and global warming potential in a single-cylinder four-stroke marine engine fueled with ammonia and diesel // *Energy*. — 2025. — No. 314: 134244.



ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru

Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, Е-Library.

НАНИЕВ Ботаз Леоевич,
кандидат медицинских наук,
ассистент кафедры хирургических болезней №1, врач-хирург,
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная
медицинская академия»,
e-mail: datzieva0601@mail.ru

ДАЦИЕВА Лейла Сразждиновна,
студентка 3 курса лечебного факультета,
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная
медицинская академия»,
e-mail: datzieva0601@mail.ru

ФИЛОНОВА Анна Александровна,
студентка 3 курса лечебного факультета,
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная
медицинская академия»,
e-mail: karmellitaannett.0099@gmail.com

ГАБАРАЕВА Милана Ирбеговна,
студентка 3 курса лечебного факультета,
ФГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная
медицинская академия»,
e-mail: m-gabaraeva@list.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ГЕРНИОПЛАСТИКИ В ЛЕЧЕНИИ ПАХОВЫХ ГРЫЖ: КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Аннотация. В данной научной статье рассматриваются современные методы хирургического лечения паховых грыж, подчеркивая их медицинское и социальное значение, а также различные клинические случаи и послеоперационные осложнения. Паховая грыжа является распространенной патологией, особенно среди мужчин трудоспособного возраста, и требует оперативного вмешательства для предотвращения осложнений. Традиционные методы лечения, такие как пластика Бассини и модификации, хотя и эффективны, имеют высокий риск рецидивов и длительные периоды восстановления. В последние десятилетия акцент сместился на безнатяжные методики с использованием сетчатых имплантов, которые значительно снижают травматичность операций и улучшают результаты лечения. Работа классифицирует существующие безнатяжные методики, включая открытые и эндоскопические подходы, а также анализирует их преимущества, такие как снижение уровня рецидивов и улучшение качества жизни пациентов. Результаты показывают, что современные методы герниопластики с применением сетчатых эндопротезов становятся «золотым стандартом» в лечении паховых грыж, обеспечивая высокую эффективность и безопасность..

Ключевые слова: паховая грыжа, герниопластика, рецидивы, хирургическое лечение, брюшная стенка, пластика Бассини, эндопротезы, безнатяжные методики, сетчатые импланты.

NANIEV Botaz Leoevich,
PhD, Assistant of the Department of Surgical Diseases No. 1, Surgeon
North Ossetian State Medical Academy

DATSIEVA Leila Srazhdinovna,
3rd year student of the Faculty of Medicine
North Ossetian State Medical Academy

FILONOVA Anna Aleksandrovna,
is a 3rd year student of the Faculty of Medicine
North Ossetian State Medical Academy

GABARAEVA Milana Irbegovna,
is a 3rd year student of the Faculty of Medicine
North Ossetian State Medical Academy

COMPARATIVE ANALYSIS OF MODERN HERNIOPLASTY METHODS IN THE TREATMENT OF INGUINAL HERNIAS: CLINICAL OBSERVATIONS AND SOCIO-ECONOMIC ASPECTS

Annotation. *This scientific article examines modern methods of surgical treatment of inguinal hernias, emphasizing their medical and social significance. Inguinal hernia is a common pathology, especially among men of working age, and requires surgery to prevent complications. Traditional treatments such as Bassini plasty and modifications, while effective, have a high risk of recurrence and long recovery periods. In recent decades, the focus has shifted to strain-free techniques using mesh implants, which significantly reduce the incidence of surgery and improve treatment outcomes. The work classifies existing stress-free techniques, including open and endoscopic approaches, and analyzes their benefits, such as reducing relapses and improving the quality of life of patients. The results show that modern hernioplasty methods using mesh endoprotheses are becoming the «gold standard» in the treatment of inguinal hernias, ensuring high efficiency and safety.*

Key words: *inguinal hernia, hernioplasty, relapses, surgical treatment, abdominal wall, Bassini plastic surgery, endoprotheses, tension-free techniques, mesh implants.*

Введение

Проблема паховой грыжи имеет большое медицинское и социальное значение. Паховая грыжа - довольно распространенная патология, наблюдаемая у 3-7% мужского населения трудоспособного возраста. Герниопластика - наиболее часто выполняемая плановая операция в абдоминальной хирургии. В то же время классическое хирургическое лечение сопровождается высоким процентом рецидивов, длительными периодами временной нетрудоспособности и, в свою очередь, значительными затратами [1].

Такие известные модификации пластики Бассини, как методы Кукуджанова, Шульдаиса, Маквее и другие, позволяют не только укрепить разрушенные структуры задней стенки пахового канала, но и в некоторой степени восстановить клапанную функцию структур, образующих паховый промежуток. Они долгое время были «золотым стандартом» и довольно широко применяются по сей день, что оправдано у молодых пациентов с небольшой высотой пахового промежутка и незначительным разрушением анатомических структур [2]. Поскольку основной причиной неудач является дефицит собственных тканей, было предложено использование лоскутов из синтетической ткани (сетчатых эндопротезов). Идея была выдвинута Бильротом, но поиск материалов с требуемыми свойствами продолжался вплоть до второй половины XX века, когда были синтезированы полиэфир, полипропилен и политетрафторэ-

тилен [3].

В настоящее время существует несколько нетяжелых методик пластики пахового канала с применением сетчатых имплантов. Эндопротезы, которые были разработаны, показали свою высокую эффективность в ходе рандомизированных исследований [6]. Применение сетчатых эндопротезов позволяет избежать натяжения тканей, что делает хирургическую технику более простой, снижает интраоперационную травму и, как следствие, уменьшает интенсивность болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде [4]. Это также способствует сокращению времени пребывания пациента в стационаре, снижению числа рецидивов и улучшению общего качества жизни.

В данной исследовательской работе проводится комплексный анализ наиболее часто используемых современных методов хирургического лечения паховых грыж. Своевременное и качественное оперативное вмешательство является необходимым условием для предотвращения таких грозных осложнений, как ущемление грыжи, некроз кишечника и развитие перитонита, которые могут привести к инвалидизации или летальному исходу [5].

В связи с постоянным развитием герниологии, появлением новых сетчатых имплантов и методов фиксации, возникает необходимость сравнительного анализа различных подходов к лечению. Особый интерес представляет оценка непосред-

ственных и отдаленных результатов операций, а также частоты и структуры послеоперационных осложнений при использовании разных методик. В рамках данной работы мы сопоставляем различные клинические случаи, анализируя течение послеоперационного периода и качество жизни пациентов [7].

Методы:

Применен ретроспективный анализ результатов плановых и экстренных грыжесечений, выполненных по поводу паховых грыж и их осложнений. Исследование проведено на базе Клинической больницы Северо-Осетинской государственной медицинской академии (СОГМА) за период с 2021 по 2025 год. Проанализированы результаты 252 оперативных вмешательств.

Результаты:

При изучении результатов оперативного лечения пациентов выявлено, что 93 % составили мужчины. Это объясняется особенностями строения у них пахового канала, а также большими физическими нагрузками. Средний возраст - 59 лет. Женщины составили 7 % оперативных вмешательств (средний возраст — 53 года). Больные, оперированные в экстренном порядке при сроке ущемления <6 ч, были объединены с пациентами, которым выполняли плановое грыжесечение, поскольку не имелось существенных различий в технике и продолжительности операций.

В 1-ю группу входят 35 (13,9%) больных, которым была произведена открытая пластика задней стенки пахового канала по Бассини (укрепление задней стенки пахового канала с помощью собственных тканей пациента)

Во 2-ю группу вошли 217 (86,1%) пациентов, которым произведена операция по Лихтенштейну (укрепление с помощью синтетического сетчатого импланта). Больные данной группы были разделены на подгруппы в зависимости от вариантов обработки грыжевого мешка (ГМ): 73 (33,6%) операций без обработки ГМ, 38 (17,5%) – с вправлением ГМ и 106 (48,9%) – с иссечением ГМ. А также в зависимости от вида реконструкции ЗСПК: 103 (47,3%) больным произведено только протезирование, 76 (35,2%) – протезирование в комбинации с однослойной пластикой, 38 (17,5%) – с элементами многослойной пластики;

Все группы были сопоставимы по полу, возрасту, наличию сопутствующих заболеваний, сторонам и срокам грыженосительства, наличию рецидивных и пахово-мошоночных грыж, а также предыдущих операций на нижнем отделе живота.

В 1-й группе гематоцеле мошонки было у 4 (1,6 %) больных, гематома семенного канатика – у

5 (2 %), геморрагический инфильтрат послеоперационной раны – у 2 (0,8 %). Инфильтрат опасен остановкой затягивания послеоперационной раны и ее нагноением, поэтому сразу при его обнаружении назначается антибиотикотерапия. Помимо нагноения, инфильтрат может рассасываться, склерозироваться или заживать с образованием рубца. При этом только у 1 (4,4%) больного из 23, оперированных в экстренном порядке, возникли гематома семенного канатика и гематоцеле мошонки с развившимся инфильтратом, который сопровождался частичным расхождением краев раны и продолжительной лимфореей.

Во 2-й группе (в подгруппе без реконструкции ЗСПК) гематоцеле мошонки было отмечено в 9 (3,6%) наблюдениях, семенного канатика – в 6 (2,4%), геморрагический инфильтрат послеоперационной раны – в 5 (2%) с последующей лимфореей у 3 (1,2%) больных.

В подгруппе с однослойной пластикой ЗСПК (2-я группа) гематоцеле мошонки и гематома семенного канатика отмечены у 1 (0,4%) больного, причем ультразвуковая картина свидетельствовала об имбибии яичка кровью, геморрагический инфильтрат послеоперационной раны – у 4 (1,6%), лимфорей – у 5 (2%). Небольшие послеоперационные гематомы под влиянием тепла обычно вскоре рассасываются. При замедленном рассасывании или большой гематоме, вызывающей сдавление тканей, показано эвакуация крови путем пункции. В случае нагноения гематомы и неэффективности пункции с эвакуацией содержимого и введением антибиотиков показаны вскрытие, опорожнение и дренирование полости.

В подгруппе с многослойной пластикой ЗСПК (2-я группа) операции проводили в основном без обработки ГМ (у 21 из 36 больных). Геморрагических осложнений в данной подгруппе не наблюдали.

Болевой синдром отмечен в 193 (76,6 %) из 252 случаев.

С патогенетической и практической точек зрения мы выделяем 4 типов гематом как осложнения пахового грыжесечения.

Тип 1-й – гематома послеоперационной раны, точнее – имбибия краев раны кровью. Причины этого осложнения – недостаточный гемостаз во время операции и грубые тракции.

Тип 2-й – гематома семенного канатика или его имбибия кровью. Этим осложнением чреваты операции по поводу косой паховой грыжи, так как в этом случае хирурги традиционно рассекают оболочку семенного канатика при выделении ГМ.

Гематомы 3-го типа не имеют последствий по мере рассасывания – это гематомы (экхимозы)

кожи мошонки.

Теоретически 4-й тип можно разделить на 2 подтипа: гематоцеле мошонки и гематома собственно яичка, которые, вероятно, являются следствием одного и того же осложнения – гематомы семенного канатика

Обсуждение:

Приведенная классификация гематом, а также данные исследования, на наш взгляд, должны помочь в оценке осложнений, возникающих при использовании того или иного метода грыжесечения.

Таким образом, результаты экстренного и планового пахового грыжесечения используемыми методами не зависят от пола, возраста, сопутствующих заболеваний, но связаны с техническими особенностями выполнения ряда оперативных приемов (избыточное выделение, иссечение ГМ, отказ от реконструкции ЗСПК при ее протезировании). Возникновение травматических осложнений пахового грыжесечения, таких как гематомы семенного канатика и мошонки прямо зависит от техники обработки ГМ, а частота рецидивов – от варианта реконструкции ЗСПК.

Вывод

Проведенный анализ 252 оперативных вмешательств по поводу паховых грыж (217 по Лихтенштейну, 35 по Бассини) позволяет сделать следующие обобщения. Во-первых, методика Лихтенштейна стала преобладающей в клинической практике (86,1% случаев), что объясняется её ненапряжным характером, меньшей травматич-

ностью, возможностью выполнения при ущемленных грыжах и низким риском инфицирования импланта. Однако частота геморрагических осложнений варьирует в зависимости от подгруппы: при использовании только протезирования гематомы и инфильтраты встречались чаще (гематоцеле – 3,6%, гематома семенного канатика – 2,4%), тогда как в подгруппе с многослойной пластикой задней стенки пахового канала геморрагические осложнения отсутствовали. Пластика по Бассини, хотя и сохраняет актуальность у молодых пациентов с небольшим паховым промежутком, сопровождается гематомами и инфильтратами в 4,4% экстренных случаев.

Во-вторых, высокий уровень болевого синдрома (76,6%) требует активной послеоперационной аналгезии, ранней физической реабилитации и, при необходимости, ношения бандажа. Профилактика рецидивов должна включать дозированные нагрузки, отказ от вредных привычек, контроль пищеварения и мочеиспускания. Таким образом, оптимальным следует считать дифференцированный подход: у пациентов с высоким риском рецидива и дефицитом собственных тканей предпочтительна методика Лихтенштейна с элементами многослойной пластики, тогда как классическая аутопластика может быть рекомендована лишь в строго отобранных случаях. Дальнейшие исследования должны быть направлены на стандартизацию техник фиксации сетчатых имплантов и снижение частоты хронической послеоперационной боли.

Список литературы:

- [1] Адамян, А. А. Паховая грыжа / А. А. Адамян. — 1. — М. : Российское о-во хирургов, 2015. — 15-20 с. — Текст : непосредственный.
- [2] Гринберг, А. А. Ущемленная грыжа-пути улучшения результатов хирургического лечения / А. А. Гринберг, Ю. А. Нестеренко, А. В. Приказчиков. — 2. — М. : Медицинский альманах, 2009. — 14-17 с.
- [3] Нихус, Л. М. Классификация паховых грыж / Л. М. Нихус. — 3. — М. : Наука, 2001. — 103 с.
- [4] Собенников, И. С. Влияние методов герниопластики на качество жизни / И. С. Собенников. — Текст : электронный // КиберЛенинка : [сайт]. — URL: <https://www.rzgm.ru/upload/users/sc/avtoresfSobennikov.pdf> (дата обращения: 29.04.2026).
- [5] Ступин, В. А. Выбор метода хирургического лечения паховых грыж / В. А. Ступин, В. В. Лаптев, С. В. Михайлуков. — Текст : непосредственный // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. — 2015. — № 11. — С. 53-57.
- [6] Черных, В. Г. Хирургия грыж передней брюшной стенки: анатомо-физиологические основы / В. Г. Черных. — Текст : электронный // pirogov-center.ru : [сайт]. — URL: https://www.pirogov-center.ru/upload/iblock/cfa/Dissertatsiya-CHernykh-VG_-11.05.23-.pdf (дата обращения: 29.04.2026).
- [7] Современные методы хирургического лечения паховых грыж / А. В. Яковлев, С. И. Петрушко, А. М. Топчиев, М. К. Чотчаев. — Текст : непосредственный // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. — 2018. — № 4. — С. 106-112.
- [8] Хужамов, О. Б. Современные методы хирургического лечения больных паховой грыжей и особенности строения пахового участка / О. Б. Хужамов, О. Э. Идиев. — Текст : непосредственный // Достижения науки и образования. — 2022. — № 4. — С. 72-84.

[9] Эффективность различных способов хирургического лечения пациентов с паховыми грыжами / Б. В. Сигуа, Д. С. Сёмин, П. А. Котков [и др.]. — Текст : непосредственный // Вестник хирургии имени И. И. Грекова. — 2024. — № 1. — С. 54-59.

[10] Гришин, М. А. Сравнительная эффективность различных типов сетчатых эндопротезов при пластике паховых грыж: многоцентровое рандомизированное исследование / М. А. Гришин, В. Н. Федоров, А. В. Куликов. — Текст : непосредственный // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. — 2024. — № 8. — С. 33-41.

[11] Дмитриев, Е. Г. Отдаленные результаты герниопластики и качество жизни пациентов после лечения паховых грыж (сравнительный анализ методов) / Е. Г. Дмитриев, Н. С. Кузнецов. — Текст : непосредственный // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 2025. — № 1. — С. 58-65.

References:

[1] Adamyan, A. A. Inguinal Hernia / A. A. Adamyan. — Moscow : Russian Society of Surgeons, 2015. — P. 15-20. — Text : direct.

[2] Grinberg, A. A. Strangulated Hernia: Ways to Improve Surgical Treatment Outcomes / A. A. Grinberg, Yu. A. Nesterenko, A. V. Prikazchikov. — Moscow : Meditsinsky Almanakh, 2009. — P. 14-17.

[3] Nyhus, L. M. Classification of Inguinal Hernias / L. M. Nyhus. — Moscow : Nauka, 2001. — 103 p.

[4] Sobennikov, I. S. Influence of Hernioplasty Methods on Quality of Life / I. S. Sobennikov. — Text : electronic // CyberLeninka : [website]. — URL: <https://www.rzgm.ru/upload/users/sc/avtorefSobennikov.pdf> (accessed: 29.04.2026).

[5] Stupin, V. A. Choice of Surgical Treatment Method for Inguinal Hernias / V. A. Stupin, V. V. Laptev, S. V. Mikhailusov. — Text : direct // Khirurgiya. Zhurnal im. N. I. Pirogova. — 2015. — No. 11. — P. 53-57.

[6] Chernykh, V. G. Surgery for Anterior Abdominal Wall Hernias: Anatomical and Physiological Foundations / V. G. Chernykh. — Text : electronic // pirogov-center.ru : [website]. — URL: https://www.pirogov-center.ru/upload/iblock/cfa/Dissertatsiya-CHernykh-VG_-11.05.23-.pdf (accessed: 29.04.2026).

[7] Modern methods of surgical treatment for inguinal hernias / A. V. Yakovlev, S. I. Petrushko, A. M. Topchiev, M. K. Chotchaev. — Text : direct // Bulletin of Experimental and Clinical Surgery. — 2018. — No. 4. — P. 106-112.

[8] Khuzhamov, O. B. Modern methods of surgical treatment for patients with inguinal hernia and structural features of the inguinal region / O. B. Khuzhamov, O. E. Idiev. — Text : direct // Achievements of Science and Education. — 2022. — No. 4. — P. 72-84.

[9] Efficacy of various surgical treatment methods for patients with inguinal hernias / B. V. Sigua, D. S. Semin, P. A. Kotkov [et al.]. — Text : direct // I. I. Grekov Bulletin of Surgery. — 2024. — No. 1. — P. 54-59.

[10] Grishin, M. A. Comparative efficacy of various types of mesh endoprosthesis in inguinal hernia repair: a multicenter randomized study / M. A. Grishin, V. N. Fedorov, A. V. Kulikov. — Text : direct // Surgery. N. I. Pirogov Journal. — 2024. — No. 8. — P. 33-41. [11] Dmitriev, E. G. Long-term outcomes of hernioplasty and patient quality of life following inguinal hernia repair (comparative analysis of methods) / E. G. Dmitriev, N. S. Kuznetsov. — Text : direct // Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, and Coloproctology. — 2025. — No. 1. — P. 58-65.

Дата поступления рукописи в редакцию: 07.06.2026 г.
Дата принятия рукописи в печать: 14.09.2026 г.

DOI: 10.24412/cl-37390-2026-3-88-93

ЛУКАШОВА Ирина Вадимовна,
аспирант,
Донецкий государственный университет,
e-mail: i.v.lukashova@mail.ru

СИНОНИМИЯ И АНТОНИМИЯ В ТЕРМИНОЛОГИИ БИЗНЕСА И МЕНЕДЖМЕНТА

Аннотация. В данной статье рассматриваются семантические процессы синонимии и антонимии на примере терминологии сферы бизнеса и менеджмента. Целью исследования является выявление общих черт и специфических различий в функционировании синонимов и антонимов в терминологии бизнеса и менеджмента в английском и русском языках. В работе применялись методы сопоставительного, количественного и семантического анализа. Основные результаты исследования включают разработку типологии терминов-синонимов и терминов-антонимов. В ходе исследования установлено, что среди семантических групп в обоих языках преобладают относительные синонимы и комплементарные антонимы. Полученные данные могут быть интегрированы в учебные курсы по сопоставительной лексикологии и терминоведению. Практическая значимость исследования заключается в возможности использования результатов при составлении отраслевых словарей, а также при разработке учебно-методических пособий.

Ключевые слова: термин, терминология, антонимы, синонимы, терминология бизнеса и менеджмента.

LUKASHOVA Irina Vadimovna,
postgraduate student,
Donetsk State University

SYNONYMY AND ANTONYMY IN BUSINESS AND MANAGEMENT TERMINOLOGY IN ENGLISH AND RUSSIAN

Annotation. This article focuses on the semantic processes of synonymy and antonymy in English and Russian business and management terminology. The purpose of the study is to investigate the common features and specific differences in the functioning of synonyms and antonyms in business and management terminology in English and Russian. The following methods have been used in the research: comparative, quantitative, and semantic analysis. The main results include the development of a typology of synonymous terms and antonymous terms. The study found that among semantic groups in both languages, relative synonyms and complementary antonyms predominate. The obtained data can be used in academic courses on comparative lexicology and terminology. The practical significance of the study lies in the potential use of the results for compiling industry-specific dictionaries and developing teaching manuals.

Key words: term, terminology, synonyms, antonyms, business and management terminology.

Введение. Настоящее исследование посвящено сопоставительному изучению семантических процессов (синонимии и антонимии) в терминологии бизнеса и менеджмента (далее - ТБМ). Актуальность работы обусловлена комплексным подходом и необходимостью систематизации терминологического аппарата сферы бизнеса и менеджмента. Анализ синонимических рядов и антонимических оппозиций позволяет не только избежать речевой избыточности, но и обеспечить точность переда-

чи управленческих смыслов в условиях цифровой трансформации бизнеса.

Проблема синонимии и антонимии в терминологии подробно освещена в трудах отечественных и зарубежных лингвистов: Ю. Д. Апресяна [2], С. Д. Шелова [21], М. L. Murphy [29], St. Jones [27] и др. [1; 5; 6; 21].

Проблеме синонимии и антонимии в терминологии в разных специальных областях посвящены следующие новейшие публикации: М. Н. Моргу-

новой в сфере бизнеса [12], Т. С. Росяновой в сфере маркетинга [16], О. Н. Польщиковой в сфере компьютерной лингвистики [14], Н. С. Шарафутдиновой в отрасли авиастроения [19; 20].

Цель данного исследования предполагает решение следующих **задач**: 1) установить корпус терминов-синонимов и терминов-антонимов в английском и русском языках; 2) определить типы синонимов и антонимов в сопоставляемых языках; 3) провести количественный и сопоставительный анализ полученных данных.

Материалом исследования послужили 2235 терминов ТБМ (1205 ед. в английском языке и 1030 ед. в русском языке), отобранных из специализированных словарей английского [23; 24; 25; 30] и русского языков [3; 9; 15], а также из двуязычных словарей [4; 18].

Теоретическую базу исследования составляют труды В. Н. Головина, Р. Ю. Кобрина [6], С. В. Гринева [7], В. П. Даниленко [8], В. М. Лейчика [10], заложивших концептуальные основы структуры и типологии терминосистем. В работе также учитываются современные зарубежные подходы (М. Cabre [22], М. L. Murphy [29]), позволяющие переосмыслить границы синонимических отношений и допустимость вариативности в специальной лексике. Анализ антонимии и семантической оппозиции опирается на методологию и классификации, предложенные Л. А. Новиковым [13], В. А. Татариновым [17] и Н. С. Шарафутдиновой [20].

Результаты исследования. На основе анализа теоретических работ в данной области [1; 2; 6; 7; 8; 22] мы полагаем, что понятия синонимии, дублетности, эквивалентности и вариативности терминов находятся в тесной взаимосвязи, однако не являются тождественными. Разноаспектный подход к изучению семантически близких единиц позволил исследователям систематизировать 9 признаков синонимии, предложенных В. Г. Виллюманом [5, с. 6], и свести их к четырем базовым критериям: 1) денотативное единство (общность понятия); 2) семантическое сходство (тождество

или близость значений); 3) функциональная взаимозаменяемость в тождественных контекстах; 4) способность к семантической нейтрализации.

Проблема типологии терминологических синонимов (ТС) находит разное отражение в трудах ведущих лингвистов. Так, Б. Н. Головин и Р. Ю. Кобрин выделяют ТС по критериям происхождения и синтаксической структуры (дублеты, синтаксические и дефиниционные синонимы) [6]. Иной подход предлагает С. В. Гринев-Гриневич, опирающийся на категорию «равнозначности». В рамках данной концепции исследователь разграничивает внутриязыковые синонимы (единицы с тождественным значением в пределах одной системы) и разноязычные эквиваленты [7]. В настоящем исследовании мы выделяем абсолютные и относительные синонимы.

К относительным синонимам относятся синонимы с подобным значением, используемые в определенных условиях в качестве абсолютных [7, с. 105]. Например, англ. *administrative responsibility* – *managerial responsibility* ‘административная ответственность’ и русск. *альтернативная цена* – *альтернативная стоимость*. К типу относительных синонимов относятся семантические и стилистические. Ср.: англ. *director* (нейтр.) – *chief* (разг.) ‘глава, руководитель’ и русск. *руководитель* (нейтр.) – *босс, шеф, начальство* (разг.), *бизнесмен* (делец, предприниматель) (нейтр.) – *деляга* (неодобр., разг.), *фирмач* (разг., неодобр.) [11, с. 242].

К абсолютным синонимам относятся варианты и дублеты. Данный тип – это полностью взаимозаменяемые синонимы, которые обладают одинаковой стилистической окраской и не зависят от контекста. Ср.: англ. *stock split* – *split* ‘дробление акций’, *total quality management* – *TQM* ‘всеобщее управление качеством’. и русск. *низший товар* – *товар низшего качества, интрапренерство* – *внутренняя предпринимательская деятельность*.

Количественный анализ типов синонимов в ТБМ в английском и русском языках приведен ниже в таблице 1.

Таблица 1. Количественный анализ типов синонимов в ТБМ в английском и русском языках

Тип синонима	Английский язык		Русский язык	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Относительные синонимы	74	73,3	52	62,7
Абсолютные синонимы	27	26,7	31	37,3
Всего:	101	100	83	100

Сравнительный анализ показал, что в обеих ТБМ преобладают относительные синонимы, однако в английской ТБМ их доля выше (73,3%) по сравнению с русской ТБМ (62,7%). Английский сегмент ТБМ также опережает русский по количеству семантических и стилистических единиц. В ТБМ в русском языке доля абсолютных синонимов выше, чем в английской ТБМ (англ. - 37.3% и русск. - 26.7%). Часто это объясняется параллельным существованием заимствованного термина и его русского эквивалента

В терминологии антонимия рассматривается как один из способов формирования терминов, которые описывают диаметрально противоположные по смыслу понятия, ср.: англ. *formal organization* 'формальная организационная структура' ≠ *informal organization* 'неформальная организационная структура' и русск. *свободное время* ≠ *рабочее время*.

В общелитературном языке Л. А. Новиков выделяет четыре типа оппозиции антонимов: градуальную (степень качества), векторную (направленность), комплементарную (дополнительность) и конверсивную (в зависимости от участников) [13]. Зарубежные лингвисты [26; 27; 29] в своих работах подразделяют антонимы на: градуальные / неградуальные, контрарные, комплементарные (контрадикторные), конверсивные и реверсивные. Следует отметить, что если в своем исследовании М. Л. Мерфи [29] отождествляет комплементарные и контрадикторные антонимы, то в отечественном терминоведении В. А. Татаринов [17] рассматривает их как два разных типа. В настоящем исследовании за основу взята классификация В. А. Татаринова, предполагающая выделение контрадикторных, контрарных, комплементарных

и конверсивных терминов-антонимов.

Комплементарные антонимы являются наиболее многочисленной группой антонимов в обоих языках и обозначают понятия, наличие одного из которых исключает другое, но не отрицает его существования. Ср.: англ. *direct cost* 'прямые издержки' ≠ *indirect cost* 'непрямые издержки' и русск. *нормируемый рабочий день* ≠ *ненормируемый рабочий день*.

Контрадикторные антонимы представляют собой лексические оппозиции, сформированные по принципу исключенного третьего: утверждение одного понятия автоматически означает отрицание другого, без промежуточных состояний. Ср.: англ. *limited company* 'компания с ограниченной ответственностью' ≠ *unlimited company* 'компания с неограниченной ответственностью' и русск. *штатный работник* ≠ *внештатный работник*.

Контрарные (противоположные) характеризуются градуальной оппозицией и допускают включение «среднего» члена в парадигму. Ср.: англ. *top management* 'верхний уровень управления' ≠ *middle management* 'средний уровень управления' ≠ и в русской ТБМ: русск. *руководители высшего звена* ≠ *руководители среднего звена* ≠ *руководители низового звена*.

Конверсивные антонимы отличаются от ранее обозначенных категорий контрарной и комплементарной антонимии, поскольку отражают не градуальность признаков, а обратимую смену ролей участников рассматриваемого контекста. Ср.: англ. *employer* 'работодатель, наниматель' ≠ *employee* 'лицо, работающее по найму, служащий, рабочий' и русск. *руководитель* ≠ *исполнитель*. Количественный анализ данных типов антонимов приведен в таблице 2.

Таблица 2. Количественный анализ типов антонимов в ТБМ в английском и русском языках

Тип антонима	Английский язык		Русский язык	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Комплементарные антонимы	25	47	15	45
Контрадикторные антонимы	14	26	7	21
Контрарные антонимы	9	17	6	18
Конверсивные антонимы	5	10	5	15
Всего:	53	100	33	100

Данные, приведенные в таблице 2, показывают, что в ТБМ обоих языков преобладают комплементарные антонимы (в англ. – 47%, в русск. – 46%). Контрадикторные и контрарные антонимы преоб-

ладают в английском языке по сравнению с русским. Конверсивные антонимы являются малочисленной группой в английском языке и составляют 10 % от числа выявленных терминов-антонимов; в

русском языке данная группа составляет 15%.

Выводы. На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Синонимия и антонимия в терминологии представляют собой семантическое явление, которое является одной из важнейших системообразующих категорий.

2. В обоих языках преобладают относительные синонимы. Доля относительных синонимов в английской ТБМ по сравнению с русской ТБМ заметно выше (почти 3/4). В ТБМ русского языка доля абсолютных синонимов выше, чем в английском (русс. - 37.3% и англ. - 26.7%), что объясняется параллельным существованием заимствованного термина и его русского эквивалента.

3. ТБМ английского языка более ориентирована на контрадикторность (четкое разделение через отрицание), в то время как русская ТБМ демонстрирует более высокую относительную склонность к конверсивности (взаимосвязи ролей и направлений). Таким образом, в английской ТБМ свойственно четкое определение состояния объекта через контрадикторную оппозицию, а в русской ТБМ акцент делается на процессе передачи ответственности между субъектами деятельности в сфере бизнеса и менеджмента. При этом база обоих языков остается схожей - это жесткие бинарные оппозиции (комплементарность), что характерно для научной терминологии.

Список литературы:

- [1] Авербух К. Я. *Общая теория термина*. Москва: Издательство МГОУ, 2006. 252 с.
- [2] Апресян Ю. Д. *Избранные труды: Т. 1. Лексическая семантика: в 2 т. Изд-е 2-е, испр. и доп.* М.: Школа «Языки русской культуры»; Восточная литература, 1995. 472 с.
- [3] Борисов А. Б. *Большой экономический словарь*. Москва: Книжный мир, 1999. 895 с.
- [4] Булычева В. П. *Толковый англо-русский словарь экономических профессионализмов с образным компонентом*. Астрахань: Астраханский ун-т, 2011. 47 с.
- [5] Виллюман В.Г. *Английская синонимика*. М.: «Высшая школа», 1980. 128 с.
- [6] Головин В. Н., Кобрин Р. Ю. *Лингвистические учения о терминах*. Москва: Высшая школа, 1987. 104 с.
- [7] Гринев-Гриневиц С. В. *Терминоведение*. Москва, 2008. 304 с.
- [8] Даниленко В. П. *Русская терминология: опыт лингвистического описания*. Москва: Наука, 1977. 246 с.
- [9] Кисляков Г. В., Кислякова Н. А. *Менеджмент: основные термины и понятия : словарь*. 2-е изд. Москва : ИНФРА-М, 2023. 176 с.
- [10] Лейчик В. М. *Терминоведение: предмет, методы, структура*. Изд. 4-е. Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 256 с.
- [11] Лукашова И. В. *Синонимия в терминологии бизнеса и менеджмента в английском и русском языках. Современные технологии обучения иностранным языкам: международная научно-практическая конференция. Сборник научных трудов*. Ульяновск, 2025. С. 238-245.
- [12] Моргунова М. Н. *Проблема синонимии и вариативности в терминологии (на материале лексики бизнеса в современном английском языке)*. *Studia Germanica, Romanica et Comparatistica*. 2024. Т. 20, Вып. 1 (63). С. 15-23.
- [13] Новиков Л. А. *Антонимия в русском языке: семантический анализ противоположности в лексике*. М.: Изд-во МГУ, 1973. 276 с.
- [14] Польщикова О.Н. *Антонимия в терминологии компьютерной лингвистики*. *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Лингвистика и педагогика*. 2022. №12(3). С.111-118.
- [15] Райзберг Б. А. *Современный экономический словарь*. Москва: ИНФРА-М, 2011. 480 с.
- [16] Росянова Т. С. *Лексическая синонимия в английской терминологии маркетинга*. *Нотологический язык и культура. Диалог культур в условиях открытого мира. Сборник научных статей, докладов и переводов: Международная научно-практическая конференция*. СПб., 2023. С. 95-105.
- [17] Татаринов В. А. *Теория терминоведения: в 3 т. Т. 1. Теория термина: история и современное состояние*. Москва: Московский Лицей, 1996. 311 с.
- [18] Тимошина А. А. *Русско-английский словарь по экономике (с краткими пояснениями и перекрестными ссылками)*. Москва: Изд.-во МГУ, 2009. 512 с.
- [19] Шарафутдинова Н. С. *Лексико-семантические процессы в немецкой авиационной терминосистеме*. Ульяновск: УлГТУ, 2016. 204 с.
- [20] Шарафутдинова Н. С. *Явление антонимии в авиационном дискурсе // Вестник Московского*

- государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. 2015. №6 (717). С. 653-661.
- [21] Шелов С. Д. *Очерк теории терминологии: состав, понятийная организация, практические приложения*. М.: ПринтПро, 2018. 472 с.
- [22] Cabré M.T., Sager J.C. *Terminology: theory, methods and applications : Terminology and lexicography research and practice*. Terminology. Amsterdam: Benjamins, 1999. No. 1. 247 p.
- [23] Collin P. H. *A Dictionary of business*. London: A & C Black Publishers Ltd, 2006. 481 p.
- [24] Collin P. H. *A Dictionary of economy*. London: A & C Black Publishers Ltd, 2006. 225 p.
- [25] *Dictionary of Business and Management*. 4th. ed. Oxford: Oxford University Press, 2006. 568 p.
- [26] Jones, St. *Antonyms in English: Construals, Constructions and Canonicity*. Cambridge University Press, 2012. 170 p.
- [27] Lyons J. *Linguistic Semantics: An Introduction*. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 376 p.
- [28] Merriam-Webster Dictionary [Электронный ресурс]. Available at: URL: <https://www.merriam-webster.com> (Accessed November 27, 2024).
- [29] Murphy M. L. *Lexical meaning*. New York: Cambridge University Press, 2010. 276 p.
- [30] Rosenberg J. M. *Dictionary of business and management*. New York: J. Wiley, 1993. 374 p.

References:

- [1] Averbukh K. Ya. *General theory of the term*. Moscow: Publishing house MGOU, 2006. 252 p.
- [2] Apresyan Yu. D. *Selected works: Vol. 1. Lexical semantics: in 2 volumes. 2nd edition, revised. and additional M.: School "Languages of Russian Culture"; Eastern literature, 1995. 472 p.*
- [3] Borisov A. B. *Large economic dictionary*. Moscow: Book World, 1999. 895 p.
- [4] Bulychева V.P. *Explanatory English-Russian dictionary of economic professionalisms with a figurative component*. Astrakhan: Astrakhan University, 2011. 47 p.
- [5] Vilyuman V.G. *English synonymics*. M.: "Higher School", 1980. 128 p.
- [6] Golovin V.N., Kobrin R. Yu. *Linguistic teachings about terms*. Moscow: Higher School, 1987. 104 p.
- [7] Grinev-Grinevich S.V. *Terminology*. Moscow, 2008. 304 p.
- [8] Danilenko V.P. *Russian terminology: experience of linguistic description*. Moscow: Nauka, 1977. 246 p.
- [9] Kislyakov G.V., Kislyakova N.A. *Management: basic terms and concepts: dictionary. 2nd ed*. Moscow: INFRA-M, 2023. 176 p.
- [10] Leichik V. M. *Terminology: subject, methods, structure*. Ed. 4th. Moscow: LIBROKOM Book House, 2009. 256 p.
- [11] Lukashova I. V. *Synonymy in Business and Management Terminology in English and Russian. Modern Technologies in Foreign Language Teaching: International Scientific and Practical Conference. Collection of Scientific Papers*. Ulyanovsk, 2025. Pp. 238–245. [12] Morgunova M. N. *The problem of synonymy and variation in terminology (based on business vocabulary in modern English)*. *Studia Germanica, Romanica et Comparatistica*. 2024. Vol. 20, No. 1 (63). P. 15–23.
- [13] Novikov L. A. **Antonymy in the Russian Language: Semantic Analysis of Oppositeness in Vocabulary**. Moscow: MSU Press, 1973. 276 p.
- [14] Polshchikova O. N. *Antonymy in the terminology of computational linguistics*. *Proceedings of Southwest State University. Series: Linguistics and Pedagogy*. 2022. No. 12(3). P. 111–118.
- [15] Raizberg B. A. **Modern Economic Dictionary**. Moscow: INFRA-M, 2011. 480 p.
- [16] Rosyanova T. S. *Lexical synonymy in English marketing terminology*. *Homo Loquens: Language and Culture. Dialogue of Cultures in an Open World*. Collection of scientific articles, papers, and translations: International Scientific and Practical Conference. St. Petersburg, 2023. P. 95–105.
- [17] Tatarinov V. A. **Theory of Terminology Studies: in 3 vols. Vol. 1. Theory of the Term: History and Current State**. Moscow: Moskovsky Litsey, 1996. 311 p.
- [18] Timoshina A. A. **Russian-English Dictionary of Economics (with brief explanations and cross-references)**. Moscow: MSU Press, 2009. 512 p.
- [19] Sharafutdinova N. S. *Lexico-semantic processes ...in the German aviation terminology system*. Ulyanovsk: UISTU, 2016. 204 p.
- [20] Sharafutdinova N. S. *The phenomenon of antonymy in aviation discourse // Bulletin of Moscow State Linguistic University. Humanities*. 2015. No. 6 (717). P. 653–661.
- [21] Shelov S. D. *Outline of terminology theory: composition, conceptual organization, practical*

applications. Moscow: PrintPro, 2018. 472 p.

[22] Cabré M.T., Sager J.C. *Terminology: theory, methods and applications : Terminology and lexicography research and practice. Terminology.* Amsterdam: Benjamins, 1999. No. 1. 247 p.

[23] Collin P. H. *A Dictionary of business.* London: A & C Black Publishers Ltd, 2006. 481 p.

[24] Collin P. H. *A Dictionary of economy.* London: A & C Black Publishers Ltd, 2006. 225 p.

[25] *Dictionary of Business and Management.* 4th ed. Oxford: Oxford University Press, 2006. 568 p.

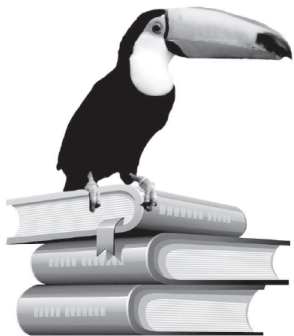
[26] Jones, St. *Antonyms in English: Construals, Constructions and Canonicity.* Cambridge University Press, 2012. 170 p.

[27] Lyons J. *Linguistic Semantics: An Introduction.* Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 376 p.

[28] Merriam-Webster Dictionary [Electronic resource]. Available at: URL: <https://www.merriam-webster.com> (Accessed November 27, 2024).

[29] Murphy M. L. *Lexical meaning.* New York: Cambridge University Press, 2010. 276 p.

[30] Rosenberg J. M. *Dictionary of business and management.* New York: J. Wiley, 1993. 374 p.



Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, Е-Library.

ЮРКОМПАНИ
www.law-books.ru

ИВАНОВ Павел Анатольевич,
студент,
Балтийский государственный технический университет
“ВОЕНМЕХ” им. Д.Ф. Устинова,
e-mail: pavel-iva-vip@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ UP-GEAR

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию современных технологий и методов обработки зубчатых колёс. Особое внимание уделено коническим зубчатым передачам. Широкий спектр применения зубчатых колёс требует высокой точности и эффективности их производства. Эффективность и надежность всей системы напрямую зависят от качества всех компонентов. Актуальной задачей для многих отраслей становится разработка и совершенствование методов производства, позволяющих улучшить качество и сократить затраты. В статье рассматривается проблема повышения эффективности изготовления конических зубчатых передач. Технологии uP-Gear от компании “Sandvik Coromant” – передовое решение в области точной и эффективной обработки. В рамках работы проведены расчеты, результаты которых могут быть использованы для оптимизации производственных процессов, разработки новых режущих инструментов и повышения общей эффективности обработки зубчатых передач. Исследование также охватывает анализ износа режущего инструмента, что имеет важное значение для дальнейшего улучшения методик обработки. Изучение и анализ повышения производительности обработки проведено на примере детали вал-шестерня на основе метода uP-Gear. Выполнены следующие задачи:

- Разработано фрезерование по методу uP-Gear;
- Обосновано и выбрано технологическое оснащение и режимы фрезерования вала-шестерни, методом uP-Gear;
- Разработан новый технологический процесс зубообработки конического зубчатого венца на основе фрезерования, методом uP-Gear;
- Приведено технико-экономическое обоснование применимости метода uP-Gear.

Широкое использование метода приводит к повышению производительности и качества обработки, что в конечном итоге обеспечит рост и укрепление позиций на рынке, гарантируя конкурентоспособность.

Ключевые слова: зубчатое колесо, зубострогание, технология uP-Gear, круговые протяжки, производительность обработки, ЧПУ обработка.

IVANOV Pavel Anatolievich,
student,
Baltic State Technical University
“VOENMEH” named after D.F. Ustinov

INCREASING THE EFFICIENCY OF BEVEL GEAR MACHINING WITH UP-GEAR TECHNOLOGY

Annotation. This paper explores modern gear machining technologies and methods, with a particular focus on bevel gears. The wide range of gear applications requires high precision and efficiency in their production. The efficiency and reliability of the entire system directly depends on the quality of all components. Developing and improving production methods to improve quality and reduce costs is a pressing challenge for many industries. This paper examines the problem of increasing the efficiency of bevel gear manufacturing. “Sandvik Coromant’s” uP-Gear technology offers a cutting-edge solution for precise and efficient machining. Calculations were conducted, the results of which can be used to optimize production processes, develop new cutting tools, and improve the overall efficiency of gear machining. The study also covers cutting tool

wear analysis, which is essential for further improvement of machining methods. The study and analysis of improved machining productivity were conducted using a shaft-gear component as an example, using the uP-Gear method. The following tasks were completed:

- Milling was developed using the uP-Gear method;
- The technological equipment and milling modes for a pinion shaft using the uP-Gear method were substantiated and selected;
- A new technological process for gear machining of bevel gears based on uP-Gear milling was developed;
- A feasibility study for the applicability of the uP-Gear method was presented.

The results of this work can be applied in real production, thereby increasing productivity and processing quality, which will lead to increased competitiveness in the market.

Key words: gear, gear shaping, uP-Gear technology, circular broaches, machining performance, CNC machining.

В современной промышленности требования к точности и эффективности производства зубчатых колёс становятся всё более строгими. Зубчатые колёса являются неотъемлемым элементом многих механизмов и машин, от автомобильной промышленности до высокотехнологичного оборудования. Повышение качества этих компонентов напрямую влияет на эффективность и надёжность всей системы. В этом контексте

разработка и совершенствование методов производства, позволяющих улучшить качество и сократить затраты, является актуальной задачей для многих отраслей. Есть несколько вариантов обработки конических прямозубых передач:

- круговыми протяжками (Рис. 1а);
- зубострогание [1] (Рис. 1б);
- обработка концевыми фрезами (Рис. 1в).

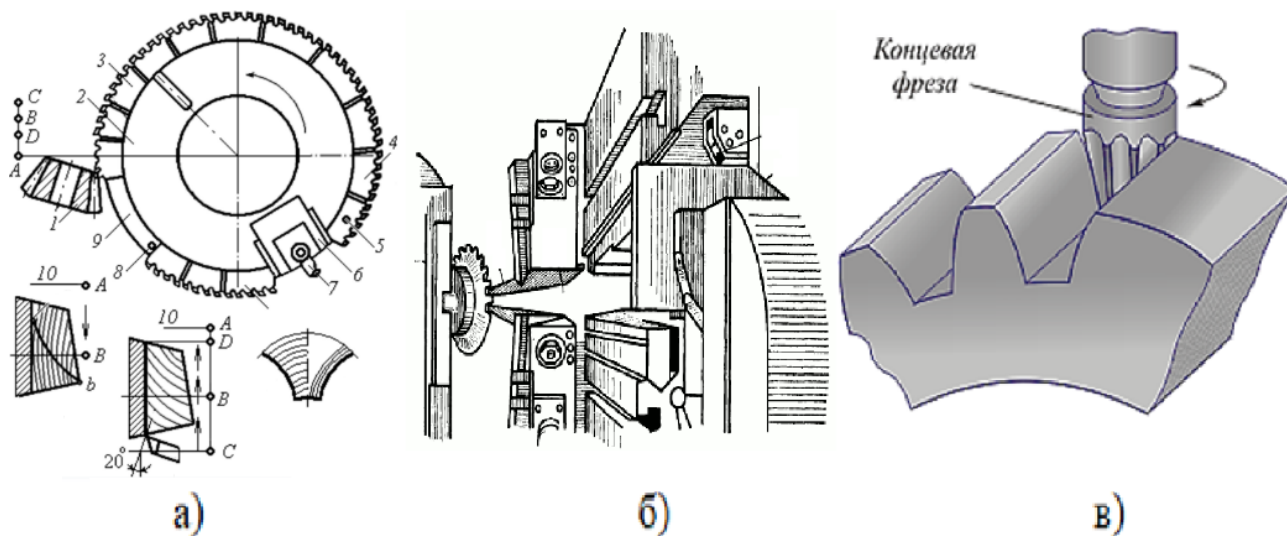


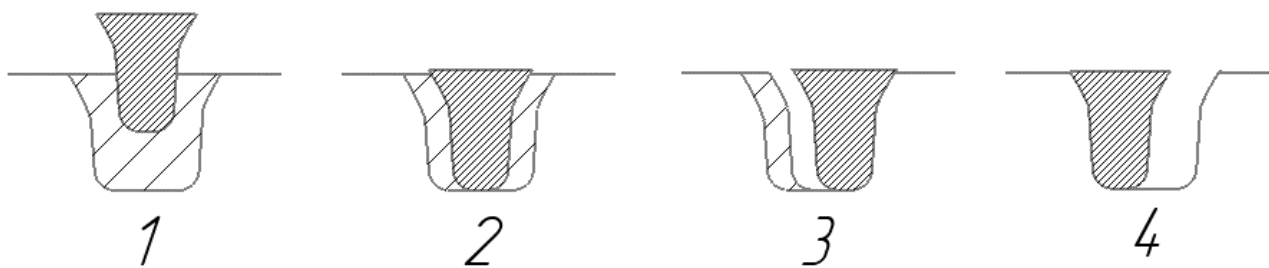
Рисунок 1. Виды обработок зубьев

а) круговыми протяжками; б) зубострогание; в) обработка концевыми фрезами

На рисунке выше показаны самые распространенные методы обработки конических зубчатых передач. Сегодня существует инновационный метод обработки конических зубчатых колёс под названием uP-Gear. Данный метод является самым высокотехнологичным из всех вышеописанных, но необходимо учитывать сложность формообразования функциональных поверхностей кониче-

ских зубчатых изделий. При расчете режимов резания необходимо учитывать задачи построения схем резания многоэлементным контуром режущих кромок в условиях огибания. По данной технологии обработка происходит в два этапа. Первый этап – черновой, второй этап – чистовой.

На рисунке ниже видно, как формируется поверхность зуба (Рис. 2).



▨ – фреза

Рисунок 2. Формирование поверхности зуба фрезой uP-Gear

В данной работе обработка по методу uP-Gear будет рассмотрена на примере вала-шестерни с конической прямозубой передачей. По рекоменда-

ции компании “Sandvik Coromant” были выбраны следующие режимы резания (табл. 1) для всех четырех проходов для фрезы Ø60.

Таблица 1. Режимы резания для всех четырех проходов при обработке методом uP-Gear

Параметры	Первый проход	Второй проход	Третий проход	Четвертый проход
n – Оборотов в минуту	750	750	1000	1000
S_z – Подача на зуб	0,3	0,3	0,1	0,1
V – Скорость резания	140	140	180	180

Поскольку при первом и втором проходе не формируется как таковая поверхность конической зубчатой передачи, не имеет смысла проверять де-

формацию при их обработке (Рис. 3). Для 3 и 4 проходов был проведен расчет сил резания с учетом режимов, указанных сверху в таблице.

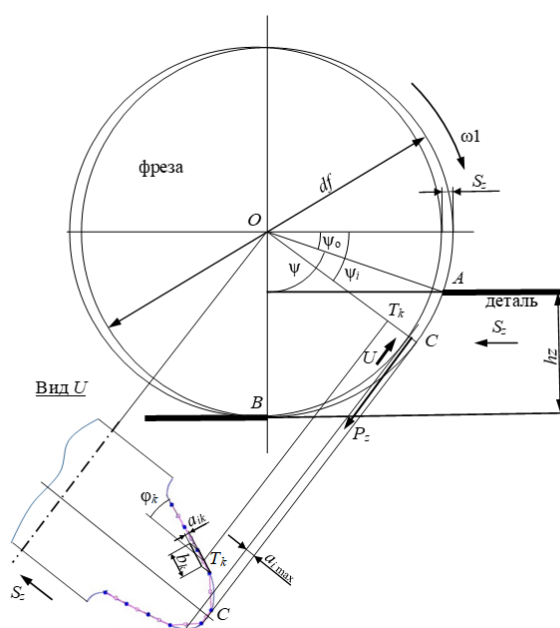


Рисунок 3. Схема определения толщины среза

Проверка точности обработки при выбранных технологических режимах осуществляется путем расчета деформации фрезы у под действием силы резания P_Y [2, с. 118]. Если деформация у меньше половины поля допуска Δ на размер, то точность обработки на выбранных режимах обеспечивается.

Деформация по расчетам получилась равна 0,02 мм. Проверяем допустимость деформации по отношению к полю допуска на размер путем проверки условия.

Поскольку половина поля допуска равна 0,013 мм, а деформация равна 0,02 мм, то данное условие не выполняется, из чего можно сделать вывод, что данные режимы резания не подходят 3 и 4 проходам. Для второй итерации была взята подача 0,06 на зуб. После перерасчета получились следующие параметры:

- Высота среза равна 0,0462 мм;
- Удельная сила резания равна 904 Н/мм²;
- сила резания по оси Z равна 503 Н;
- сила резания по оси Y равна 301 Н;
- Деформация равна 0,012 мм.

После занижения подачи на зуб до 0,06 данное условие будет выполнено.

Необходимо изготовить 600 деталей в год. На данной детали будут сравниваться 3 метода обработки: зубострогальным методом, с использованием зубофрезерования и с использованием uP-Gear.

Все технологии рассматривают только обработку резанием. Режимы резания для стандартных видов обработки брались с учетом рекомендаций из каталогов “Walter” [3] и “Sandvik Coromant” [4]. Расчет времени на обработку проводится с помощью электронного калькулятора режимов резания “Walter” [5]. Режимы резания и время на обработку для зубошлифования рассчитывалось также как и при обычном шлифовании. Поскольку технологии с использованием зубошлифования рассматривались с учетом использования профильного шлифовального круга под конкретную деталь [6, с. 202]. Режимы резания и время обработки зубострогальным методом рассчитывались с учетом рекомендаций межотраслевого стандарта по нормативам времени [7, с. 81].

Одна деталь проходит путь в 545 минут при обработке зубострогальным методом. При обработке с использованием uP-Gear деталь обрабатывается 155 минут. При обработке методом зубофрезерования деталь обрабатывается 240 минут. Суммарное время с учетом такого расчета выходит 327 000 минут в первом случае. Суммарное время с учетом такого расчета выходит 93 000 минут во втором случае. Суммарное время с учетом такого расчета выходит 144 000 минут в третьем случае.

Далее будет сделан расчет с учетом партии деталей, а не одной детали. Будет использоваться приложение “MS Project” (Рис. 4, 5, 6).

Фрезерно-центро	15 мин	Пн 02.01.23	Пн 02.01.23
Комбинированная	75 мин	Пн 02.01.23	Пн 02.01.23
Зубострогальная	400 мин	Пн 02.01.23	Пн 02.01.23
Зубошлифовальн	55 мин	Пн 02.01.23	Пн 02.01.23
Производственн	9,08 часов	Пн 02.01.23	Вт 03.01.23
цикл			

Рисунок 4. Построение цикла производства

На рисунке 4 показана схема технологического процесса спроектированного с помощью приложения “MS Project”.

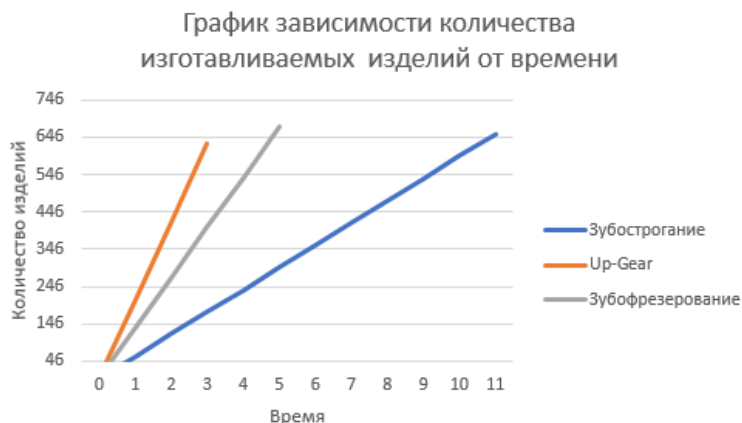


Рисунок 5. График зависимости количества изготавливаемых изделий от времени

На рисунке 5 показана зависимость количества деталей от времени в месяцах. На графике

видно, что технология uP-Gear является самой высокопроизводительной.



Рисунок 6. Диаграмма коэффициента загрузки станков при разных видах обработки

Диаграмма отображает загруженность станков. Самым загруженным станком по результатам расчетов является зубострогальный, из этого можно сделать вывод, что зависимость производства от зубострогального станка очень серьезная. И при возникновении поломок время на изготовление всей партии может увеличиться.

Важным аспектом в управление производственными мощностями является проектирование загрузки производственного цеха. Особенно это актуально в отраслях, где требуется высокая точность обработки компонентов, таких как зубчатые колеса.

На графике выше видно, что обработка по методу uP-Gear является самой высокопроизвод-

дительной. При этом на диаграмме видно, что загрузка станков не самая высокая у данной технологии. Из этого можно сделать вывод, что данная технология меньше зависит от поломок оборудования в отличие от зубострогания и зубофрезерования.

В рамках данной работы были проведены исследования современных методов обработки зубчатых колёс, с акцентом на конические зубчатые передачи. Применение метода uP-Gear повышает конкурентоспособность производства, занимающегося обработкой конических зубчатых передач, за счет повышения производительности и сокращения времени наладки оборудования, при этом сохраняя качество изготавливаемых деталей.

Список литературы:

- [1] Канатников, Н. В. Повышение эффективности зубострогания прямозубых конических колес: дис. кандидат технических наук Технология и оборудование механической и физико-технической обработки наук: 05.02.07. - Орел, 2014. - 105 с.
- [2] Васильков Д. В., Александров А. С., Голикова В. В. Модельные технологические решения по обеспечению качества изделий при обработке точением // *Аэрокосмическая техника и технологии*. — СПб.: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» имени Д. Ф. Устинова», 2024. — С. 106-127.
- [3] Общий каталог вальтер // *Оснастник*. URL: https://osnastik.ru/f/1tokarnyye_instrumenty_walter.pdf (дата обращения: 10.02.2026).
- [4] Режущие инструменты от Sandvik Coromant // *Финвал*. URL: https://www.finval.ru/upload/catalog/instr/sandvik/Sandvik_frezer_tool.pdf (дата обращения: 10.02.2026).
- [5] Калькулятор режимов резания // *Walter*. URL: <https://mac.walter-tools.com/index.html#menu/>

home (дата обращения: 10.02.2026).

[6] Софинский И.А. Межотраслевые укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на шлифовальных станках. — 1 изд. — М : НИИ труда, 2004. — 225 с.

[7] Софинский И.А. Межотраслевые укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на зубообрабатывающих станках. — 1 изд. — М : НИИ труда, 2003. — 143 с.

References:

[1] Kanatnikov, N. V. *Improving the efficiency of straight-tooth bevel gear planing: Candidate of Technical Sciences dissertation (Specialty: Technology and equipment for mechanical and physicochemical machining — 05.02.07).* — Orel, 2014. — 105 p.

[2] Vasilkov D. V., Aleksandrov A. S., Golikova V. V. *Model-based technological solutions for ensuring product quality during turning operations // Aerospace Engineering and Technology.* — St. Petersburg: D. F. Ustinov Baltic State Technical University «VOENMEH», 2024. — P. 106–127.

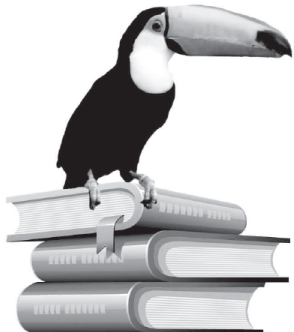
[3] Walter General Catalog // Osnastik. URL: https://osnastik.ru/f/1tokarnyye_instrumenty_walter.pdf (accessed: 10.02.2026).

[4] Cutting tools from Sandvik Coromant // Finval. URL: https://www.finval.ru/upload/catalog/instr/sandvik/Sandvik_frezer_tool.pdf (accessed: 10.02.2026).

[5] Cutting data calculator // Walter. URL: <https://mac.walter-tools.com/index.html#menu/home> (accessed: 10.02.2026).

[6] Sofinsky I. A. *Inter-industry aggregated time standards for operations performed on grinding machines.* — 1st ed. — Moscow: Research Institute of Labor, 2004. — 225 p.

[7] Sofinsky I. A. *Inter-industry aggregated time standards for operations performed on gear-machining machines.* — 1st ed. — Moscow: Research Institute of Labor, 2003. — 143 p.



ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru

Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, E-Library.

Дата поступления рукописи в редакцию: 07.06.2026 г.
Дата принятия рукописи в печать: 14.09.2026 г.

DOI: 10.24412/cl-37390-2026-3-100-105

ЦАХИЛОВ Руслан Казбекович,
студент,

Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет),
e-mail: rus.tsakhilov.01@mail.ru

КАБОЛОВ Ирлан Павлович,
студент,

Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет),
e-mail: i@kkabолоv.ru

ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ

Аннотация. В статье рассматриваются методы и технологии защиты электронных устройств от внешних и внутренних угроз. Анализируются аппаратные и программные средства обеспечения безопасности, включая системы обнаружения несанкционированного доступа, защиты от электромагнитных помех, а также меры по предотвращению перегрева и коротких замыканий. Особое внимание уделяется интегрированным решениям, которые обеспечивают комплексную защиту, повышая надежность и долговечность устройств в различных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: тиристор, датчик, компаратор, генератор, транзистор, импульс, диаграмма, фильтр, емкость, герметизация.

TSAKHILOV Ruslan Kazbekovich,
student,

North Caucasus Mining and Metallurgical Institute
(State Technological University)

KABOLOV Irlan Pavlovich,
student,

North Caucasus Mining and Metallurgical Institute
(State Technological University)

PROTECTION OF ELECTRONIC DEVICES AGAINST ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE

Annotation. The article discusses methods and technologies for protecting electronic devices from external and internal threats. It analyzes hardware and software security solutions, including systems for detecting unauthorized access, protecting against electromagnetic interference, and preventing overheating and short circuits. Special attention is given to integrated solutions that provide comprehensive protection, enhancing the reliability and durability of devices in various operating conditions..

Key words: Thyristor, sensor, comparator, generator, transistor, pulse, diagram, filter, container, sealing.

Введение

Тиристорные регуляторы переменного тока находят широкое применение в системах регулирования и стабилизации переменного тока и напряжения, а также могут применяться в устройствах, предназначенных для управления технологиче-

ским оборудованием по заданному алгоритму и для защиты оборудования и технологического процесса от влияния различных факторов [2]. Высокочастотные электромагнитные помехи (радиопомехи) могут проникать в информационно-измерительную, радио- и иную аппаратуру из сети

питания, проходя через межобмоточные емкости трансформатора в схему. Вместе с тем, сама сеть питания нуждается в защите от электромагнитных помех, генерируемых импульсными источниками питания, коллекторными электродвигателями и другими устройствами, работа которых сопровождается прерыванием тока в цепи и искрением. При отсутствии помехоподавляющего фильтра указанные устройства способны нарушить работу электронной аппаратуры, установленной от них в радиусе нескольких метров и более, а также аппаратуры, подключенной к той же сети питания.

Методы и средства защиты электронных устройств

В работе рассматривается возможность защиты электронных устройств от высокочастотных радиопомех, основным средством является применение индуктивно-емкостных помехоподавляющих фильтров [1]. В качестве профилактического средства борьбы с высокочастотными помехами на длинные провода (питания и сигнальные) иногда надевают ферритовые «бусы». Такую «бусину» в сочетании с проводом можно рассматривать как дроссель, имеющий четверть витка, включенный последовательно в цепь передачи сигнала. Эффективность подавления радиопомех с помощью «бус» мала и недостаточна для многих применений.

В большинстве случаев защита от высокочастотных электромагнитных помех обеспечивается путем использования LC-фильтров [10] возле генераторов помех и непосредственно на сетевом входе устройства [3]. При разработке электронных систем важное место занимают вопросы защиты от помех, которые передаются по проводам информационных линий связи, цепей управления,

сети питания [4]. На практике, как правило, используются готовые помехоподавляющие фильтры. Так же нужно отметить, что к агрессивным факторам по отношению к электронным устройствам относятся: влага, пыль, пары и газы вызывающие коррозию [5].

Особенно нежелательным является воздействие на устройства воды, которая может проникать внутрь через отверстия, а также образовываться за счет конденсации водяных паров при охлаждении воздуха. Чтобы предотвратить образование конденсата, для заполнения внутреннего объема герметизируемых блоков обязательно применяется осушенный воздух.

Влага вызывает коррозию металлических деталей, нарушение работы механизмов, окисление контактов. Этот процесс усугубляется при повышенных температурах и наличии во влаге агрессивных веществ.

Влага ухудшает свойства изоляционных материалов: уменьшает их электрическое сопротивление, электрическую и механическую прочность, увеличивает диэлектрическую проницаемость и потери.

Защита электронных устройств от влаги обеспечивается её локальной герметизацией [11] с помощью покрытий, монолитных и полых оболочек, вентиляции сухим воздухом, поглощением водяных паров с помощью специальных материалов [6].

Сборка, моделирование схем и результаты работы

Структурная схема системы контроля технологического оборудования, на рисунке 1 предназначена для защиты и управления технологическим оборудованием.

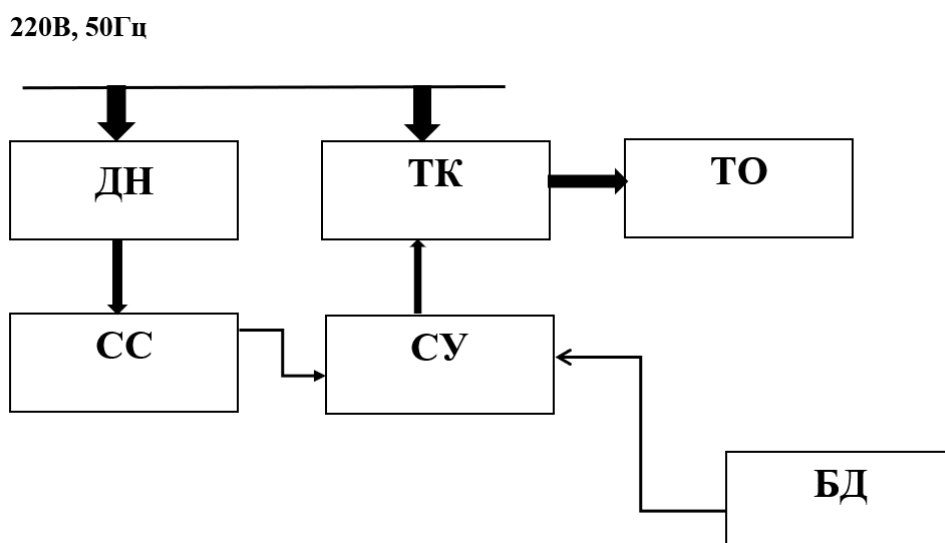


Рисунок 1. Структурная схема системы контроля технологического оборудования

На рисунке 1 имеются следующие обозначения: ДН – датчик напряжения; СС – схема синхронизации; СУ – система управления; ТК – тиристорный ключ; ТО – технологическое оборудование (нагрузка); БД – блок датчиков.

Датчик напряжения (ДН) и схема синхронизации (СС) обеспечивают синхронизацию работы системы с питающей сетью, контролируют моменты перехода синусоидального напряжения питающей сети через ноль.

Система управления (СУ) управляет работой тиристорного ключа (ТК), обеспечивает подключение технологического оборудования (ТО) к питающей сети, в соответствии с алгоритмом работы оборудования и в зависимости от сигналов, поступающих из блока датчиков (БД), контролирующего технологический процесс. На характер электромагнитных процессов, протекающих в системе значительное влияние, оказывает величина и характер нагрузки [8].

Для исследования электромагнитных процессов, протекающих в схеме в моменты коммутации тиристорного ключа, была разработана принципиальная схема системы по контролю технологического оборудования и выполнено ее компьютерное

моделирование в среде программного продукта Orcad. На рисунок 2 показана принципиальная схема, адаптированная для компьютерного моделирования.

Силовой тиристорный ключ выполнен на элементах VD1, VD2, VD6, VD8, VD9. Диоды VD1, VD2, VD8, VD9 включены по схеме мостового выпрямителя, в диагональ которого включен тиристор VD6. Элементы схемы:

C3, R13, VD7 образуют демпфирующую цепь, предназначенную для уменьшения скорости изменения напряжения на тиристоре в момент выключения. Функции нагрузки (ТО) выполняют элементы: L1, R18.

В схеме на рисунке 2, функции датчика напряжения (ДН) выполняет делитель напряжения на основе резисторов R1, R2. В схему синхронизации (СС) и управления (СУ) входят следующие узлы: компаратор (DA1), выпрямительный мост (VD3) и генератор пилообразного напряжения, выполненный на основе элементов: VT2, R5, R6, R8, VDS, C2. Компаратор DA1 сравнивает уровень напряжения пилообразной формы, поступающего с выхода генератора, с уровнем напряжения задаваемого делителем R10, R11.

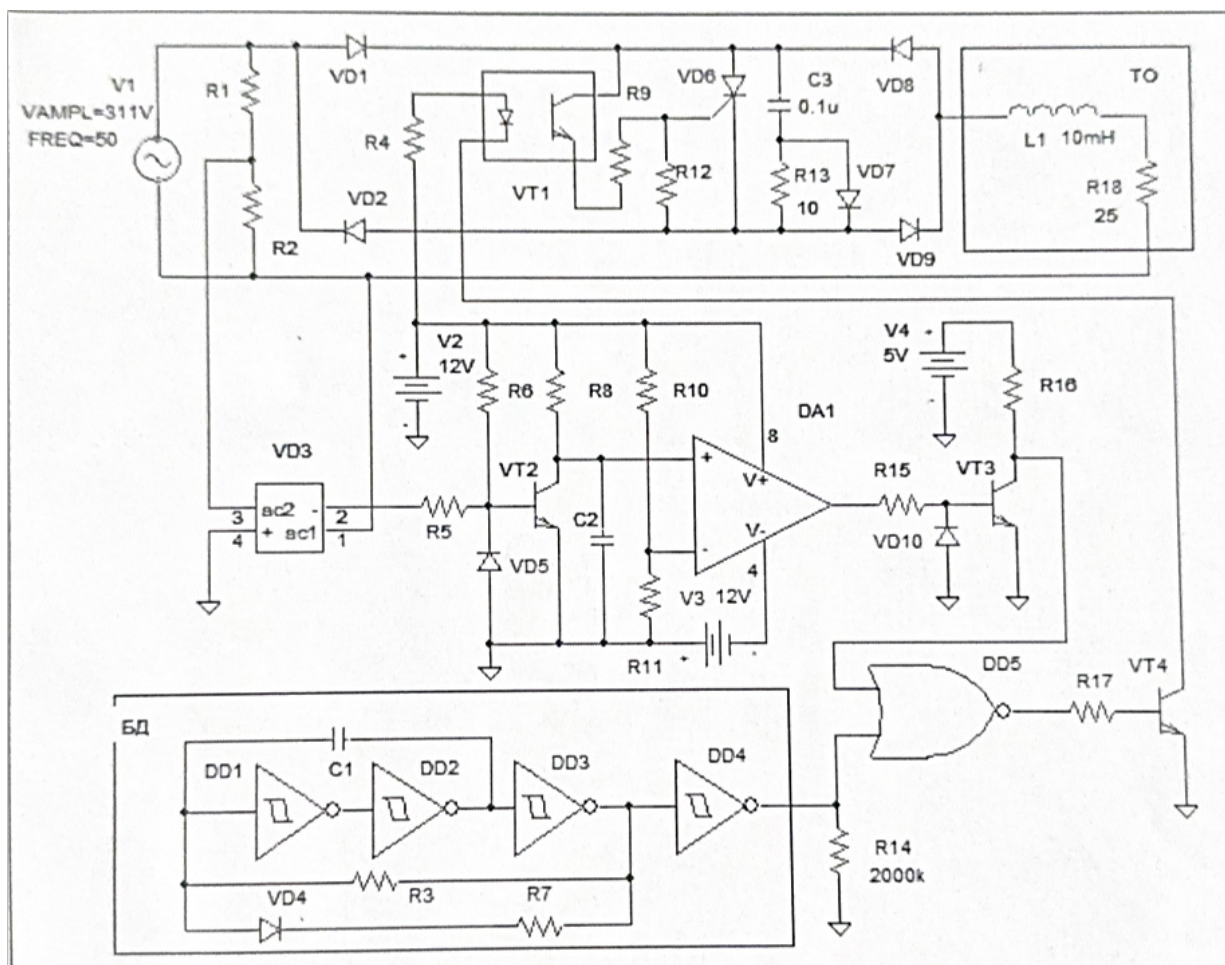


Рисунок 2. Компьютерная модель схемы

В момент сравнения этих напряжений происходит переключение компаратора, на выходе DA1 формируется сигнал высокого уровня, который открывает транзисторный ключ VT3 [7]. Транзисторный ключ VT3 предназначен для согласования уровней сигналов на выходе DA1 с уровнями необходимыми для работы логических элементов. Изменяя величину падения напряжения на резисторе R11 можно изменять величину угла управления (α) силовым тиристорным ключом.

Логические элементы «НЕ» (DD1 - DD4) входят в состав генератора прямоугольных импульсов, выполняющего в схеме компьютерной модели ри-

сунок 2 функции блока датчиков (БД), инициирующих выключение силового тиристорного ключа. Логический элемент «ИЛИ-НЕ» (DD5) пропускает сигнал, формируемый на коллекторе VT4, если на выходе БД (элемент DD4) находится сигнал низкого уровня, при этом открывается транзисторный ключ

VT4 и транзистор, входящий в состав сборки VT1, в этом случае открывается тиристор VD6, и нагрузка подключается к источнику электропитания V1.

Результаты компьютерного моделирования показаны на рисунке 3 и рисунке 4.

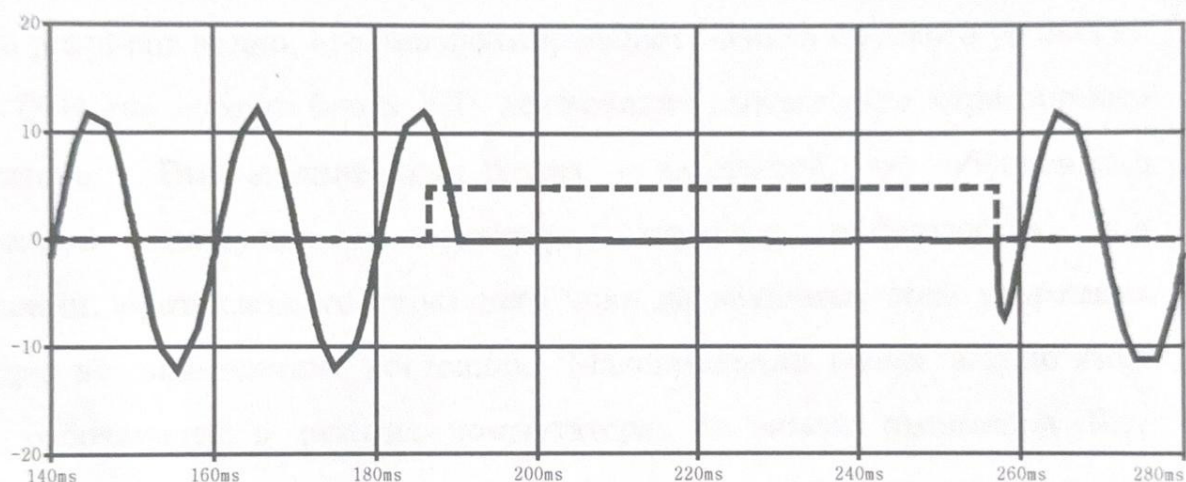


Рисунок 3. Временные диаграммы тока нагрузки (сплошная линия) и напряжения на выходе DD4 (пунктирная линия) $\alpha=0$ эл. Град

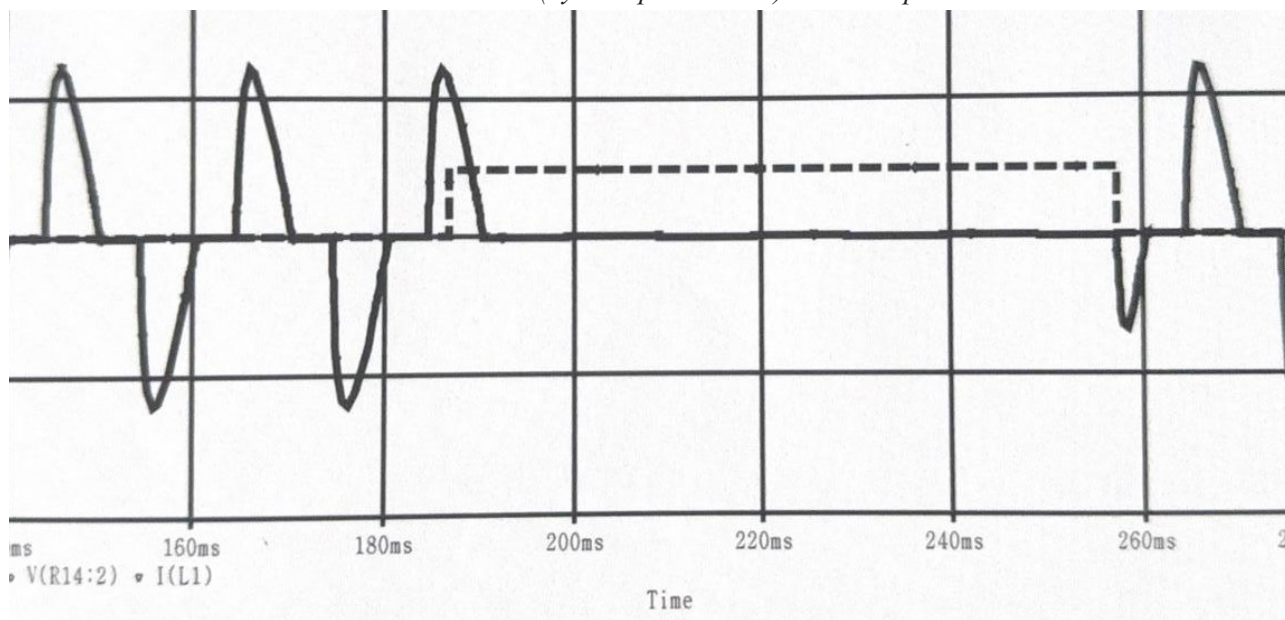


Рисунок 4. Временные диаграммы тока нагрузки (сплошная линия) и напряжения на выходе DD4 (пунктирная линия) при $\alpha=90$ эл. град.

На рисунках показаны временные диаграммы тока, протекающего в цепи нагрузки, соответствующие двум значениям величины угла управления (а) тиристором и диаграмма изменения сигнала на

выходе блока датчиков (БД).

Исследование, протекающих в схеме процессов, выполнено при следующих параметрах демпфирующей цепи и нагрузки: $C3 = 0.1$ мкФ, $R13$

=10 Ом, $L1 = 10$ мГн, $R18 = 25$ Ом [12].

На рисунках 3 и 4 видно, что при формировании сигнала высокого уровня на выходе DD4 (на выходе блока БД, происходит выключение тиристорного коммутатора [9].

Выключение происходит с задержкой, это обусловлено естественной коммутацией тиристора, тиристор выключается при уменьшении, протекающего через него тока до величины тока удержания тиристора во включенном состоянии. Максимальное время выключения схемы, работающей в режиме коммутатора, не может превышать 0,01 секунды, что существенно меньше, чем время выключения электромагнитных контакторов.

Заключение

Система защиты электронных устройств играет важную роль в обеспечении их надежной и безопасной работы. Она предотвращает повреждения, вызванные перепадами напряжения, пере-

гревом, короткими замыканиями и внешними воздействиями. Благодаря этому снижаются риски выхода оборудования из строя, повышается его долговечность и эффективность работы.

Подводя итог, система защиты помогает сохранить работоспособность устройств, минимизировать финансовые потери и обеспечить безопасность данных. В свою очередь максимальное время выключения схемы не может превышать 0,01 секунды что говорит об уменьшении тепловых потерь, снижению переходных процессов. СЗ, R13, VD7 образуют демпфирующую цепь, предназначенную для уменьшения скорости изменения напряжения на тиристоре в момент выключения. Разработанные схемы могут найти применение при проектировании устройств, предназначенных для управления технологическим оборудованием. Компьютерная модель устройства позволяет выполнять оптимизацию параметров элементов схемы применительно к различным нагрузкам.

Список литературы:

- [1] Белов А. С. Модернизация системы информационной подход к определению периодичности / А. С. Белов, М. М. Добрышин, Д. Е. Шугуров // *Защита информации. Инсайд*. 2022. - № 4. - С. 76-80.
- [2] Жмеренецкий, В.Ф. Активное обеспечение безопасности полета летательного аппарата: Методология, модели, алгоритмы / В.Ф. Жмеренецкий, К.Д. Полулях, О.Ф. Акбашев. – М.: Ленанд, 2019. - 320 с.
- [3] Кузьминов А. Мощный тиристорный выключатель переменного тока с гальванической развязкой. *Современная электроника* № 1. 2022 г. С 46 - 51.
- [4] Лукутин Б.В., Обухов С.Г. Силовые преобразователи в электроснабжении: Учебное пособие. Томск: Изд., ТПУ. 2020. - 144 С.
- [5] Миленина, С.А. Электротехника, электроника и схемотехника: Учебник и практикум для СПО / С.А. Миленина, Н.К. Миленин. – Люберцы: Юрайт, 2020. - 399 с.
- [6] Сосков А.Г. Усовершенствованные силовые коммутационные полупроводниковые аппараты низкого напряжения: монография / А.Г. Сосков, Харьк. нац. акад. город. хоз., Х.: ХНАГХ, 2021. - 156 с.
- [7] Шустов, М.А. Цифровая схемотехника. Практика применения / М.А. Шустов. – СПб.: Наука и техника, 2021. - 432 с.
- [8] Электротехника и электроника: иллюстрированное учебное пособие / Под ред. Бутырина П.А. – М.: Academia, 2019. - 892 с.
- [9] Ямпури, Н.П. Электроника: Учебное пособие / Н.П. Ямпури. – М.: Academia, 2020. - 32 с.
- [10] Онлайн расчёт LC фильтров 2-го порядка // [Электронный ресурс]. – URL: <https://vprauet.ru/information6.html> (дата обращения: 18.05.2026).

References:

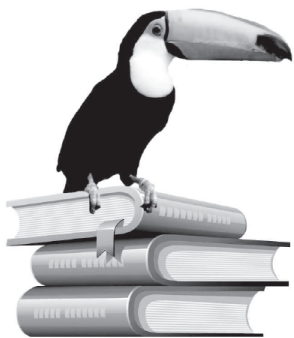
- [1] Belov A. S. Modernization of the information system: an approach to determining periodicity / A. S. Belov, M. M. Dobryshin, D. E. Shugurov // *Information Security. Inside*. 2022. – No. 4. – P. 76–80.
- [2] Zhmerenetsky V. F. Active assurance of aircraft flight safety: Methodology, models, algorithms / V. F. Zhmerenetsky, K. D. Polulyakh, O. F. Akbashev. – Moscow: Lenand, 2019. – 320 p.
- [3] Kuzminov A. High-power AC thyristor switch with galvanic isolation. *Modern Electronics*, No. 1, 2022. – P. 46–51.
- [4] Lukutin B. V., Obukhov S. G. Power converters in power supply systems: A study guide. Tomsk: TPU Publishing House, 2020. – 144 p.
- [5] Milenina S. A. Electrical engineering, electronics, and circuit design: Textbook and practical guide for secondary vocational education / S. A. Milenina, N. K. Milenin. – Lyubertsy: Yurayt, 2020. – 399 p.
- [6] Soskov A. G. Advanced low-voltage semiconductor power switching devices: Monograph / A. G.

Soskov; *Kharkiv National Academy of Municipal Economy*. – Kharkiv: KhNAME, 2021. – 156 p.

[7] Shustov M. A. *Digital circuit design: Practical application* / M. A. Shustov. – St. Petersburg: Nauka i Tekhnika, 2021. – 432 p. [8] *Electrical Engineering and Electronics: Illustrated Study Guide* / Ed. by P.A. Butyrin. – Moscow: Academia, 2019. – 892 p.

[9] Yampurin, N.P. *Electronics: Study Guide* / N.P. Yampurin. – Moscow: Academia, 2020. – 32 p.

[10] *Online calculation of 2nd-order LC filters* // [Electronic resource]. – URL: <https://vpayaem.ru/information6.html> (accessed: 18.05.2026).



Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, Е-Library.

ЮРКОМПАНИ
www.law-books.ru

КОРЕНДЯСЕВ Станислав Васильевич,
аспирант,
ГАОУ ВО города Москвы
«Московский городской педагогический университет (МГПУ)»,
e-mail: KorendyasevSV@mgpu.ru

НЕВОЛИН Филипп Дмитриевич,
аспирант,
ГАОУ ВО города Москвы
«Московский городской педагогический университет (МГПУ)»,
e-mail: fnevolin@mail.ru

РОМАШКОВА Оксана Николаевна,
доктор технических наук, профессор,
Российская академия народного хозяйства
и государственной службы
при Президенте РФ (РАНХиГС)»,
e-mail: ox-rom@yandex.ru

КАПТЕРЕВ Андрей Игоревич,
профессор департамента информатизации образования,
доктор педагогических наук,
доктор социологических наук, профессор,
e-mail: kapterevai@mgpu.ru

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМОВ СОРТИРОВКИ РАДИАЦИОННОГО ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ: ВЛИЯНИЕ НА МИНИМИЗАЦИЮ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПЕРСОНАЛА

Аннотация. Актуальность темы обусловлена значительной долей дозовых нагрузок персонала, формируемых операциями сортировки радиационного вторичного сырья (преимущественно твёрдых радиоактивных отходов) на объектах атомной промышленности, при недостаточной изученности влияния алгоритмов сортировки на радиационную безопасность. Научная новизна заключается в разработке и сравнительной оценке трёх алгоритмов сортировки (порогового, экспертного, дозооптимизированного) с позиции минимизации коллективной дозы при сохранении производительности. В работе систематизированы этапы сортировки ТРО, методы и оборудование, проанализированы нормативные требования, построена модель типового участка сортировки. Коллективная доза рассчитана как сумма индивидуальных доз исполнителей с учётом времени пребывания на постах и мощности дозы. Моделирование для потока 350 кг ТРО/смену показало снижение дозы на 23,5% при использовании дозооптимизированного алгоритма по сравнению с традиционными подходами при производительности ≥ 300 кг/смену. Результаты демонстрируют потенциал математической оптимизации для реализации принципов ALARA и могут быть использованы при проектировании участков обращения с РВС.

Ключевые слова: радиационное вторичное сырьё, сортировка радиационного сырья, дозы облучения, алгоритмы сортировки, коллективная доза персонала радиационная безопасность.

KORENDYASEV Stanislav Vasilyevich,
Postgraduate student
Moscow City Pedagogical University (MGPU)

NEVOLIN Philip Dmitrievich,
Postgraduate student
Moscow City Pedagogical University (MGPU)

ROMASHKOVA Oksana Nikolaevna,
Doctor of Technical Sciences, Professor
Russian Presidential Academy of National Economy
and Public Administration (RANEPA)»

KAPTEREV Andrey Igorevich,
Professor of the Department of Informatization of Education,
PhD, Doctor of Social Sciences, Professor

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF RADIATION SECONDARY RAW MATERIALS SORTING ALGORITHMS: IMPACT ON MINIMIZING PERSONNEL EXPOSURE DOSE

Annotation. *The relevance of the topic is due to the significant share of personnel dose loads generated by sorting operations of radiation secondary raw materials (mainly solid radioactive waste) at nuclear industry facilities, with insufficient study of the influence of sorting algorithms on radiation safety. The scientific novelty lies in the development and comparative evaluation of three sorting algorithms (threshold, expert, dose-optimized) from the perspective of minimizing the collective dose while maintaining productivity. The work systematizes the stages of sorting of SRW, methods and equipment, analyzes regulatory requirements, and builds a model of a typical sorting site. The collective dose is calculated as the sum of the individual doses of the performers, taking into account the time spent at the posts and the dose strength. Modeling for a flow of 350 kg of SRW/shift showed a 23.5% reduction in dose when using a dose-optimized algorithm compared to traditional approaches at a capacity of ≥ 300 kg/shift. The results demonstrate the potential of mathematical optimization for implementing ALARA principles and can be used in the design of RCW handling facilities.*

Key words: radiation secondary raw materials, sorting of radiation raw materials, radiation doses, sorting algorithms, collective dose of personnel, and radiation safety.

Введение

Операции сортировки радиационного вторичного сырья (далее – РВС, преимущественно представленного твёрдыми радиоактивными отходами (далее – ТРО), формируют существенную долю индивидуальных и коллективных доз облучения персонала на объектах атомной промышленности. Согласно принципам ALARA, минимизация дозовых нагрузок достигается оптимизацией технологических процессов, однако существующие алгоритмы сортировки ориентированы преимущественно на технологические и экономические критерии без количественной оценки влияния на радиационную безопасность персонала.

Анализ современных подходов показывает активное развитие методов оптимизации маршрутов работ и распределения задач в неоднородных полях [2], но прямое применение математической оптимизации к алгоритмам сортировки ТРО остаётся недостаточно изученным направлением. Традиционные схемы, основанные на пороговых значениях мощности дозы или экспертных правилах, не учитывают динамику потоков сырья и

распределение времени пребывания персонала в зонах повышенной радиации.

В настоящей работе сформулирована проблема оценки эффективности алгоритмов сортировки радиационного вторичного сырья с позиции минимизации доз облучения персонала при сохранении приемлемой производительности технологического процесса. Целью исследования является оценка эффективности ряда алгоритмов сортировки радиационного вторичного сырья с позиции минимизации доз облучения персонала при сохранении приемлемой производительности технологического процесса.

Для достижения цели решены следующие задачи: систематизация этапов сортировки ТРО и методов их реализации; анализ оборудования и нормативных требований к участкам сортировки; разработка модели типового участка сортировки с учётом технологических потоков и дозовых полей; сравнительная оценка эффективности порогового, экспертного и дозооптимизированного алгоритмов по критерию снижения коллективной дозы.

Полученные результаты демонстрируют потенциал алгоритмической оптимизации для повышения радиационной безопасности при обращении с РВС.

Этапы сортировки радиационного вторичного сырья

Сортировка радиационного вторичного сырья (далее – РВС) представляет собой ключевой этап обращения с отходами, направленный на их разделение по категориям для последующей переработки, хранения или захоронения в соответствии с технологическими и радиационно-безопасными требованиями. Основные этапы включают:

1. Приём и первичная сортировка – разделение радиоактивных и нерадиоактивных отходов с радиационным контролем.

2. Контроль по удельной активности и мощности гамма-дозы (0,1 м от поверхности); классификация на очень низкоактивные, низкоактивные, среднеактивные, высокоактивные отходы.

3. Разделение по видам (прессуемые, сжигаемые, металлоотходы) с фрагментированием для уменьшения размеров. [7]

4. Отдельный сбор отходов с радионуклидами периодом полураспада <15 суток для выдержки.

5. Изоляция альфа-излучающих и трансурановых отходов.

Не допускается смешивание радиоактивных отходов разных категорий или с нерадиоактивными отходами для предотвращения искусственного снижения удельной активности. [6]

Методы и оборудование сортировки радиационного вторичного сырья

Методы сортировки основаны на критериях уровня радиоактивного загрязнения, мощности гамма-дозы на расстоянии 0,1 м от поверхности (для твёрдого РВС), а также агрегатного состояния и физических свойств (горючие, прессуемые, непрессуемые). Дополнительно применяется фрагментирование для уменьшения размеров фрагментов, обеспечивая совместимость с последующими операциями упаковки и транспортировки. В таблице ниже представлены современные тенденции автоматизации для снижения дозовых нагрузок. [1]

Таблица 1. Специализированное оборудование сортировки

Тип оборудования	Назначение	Характеристики
Установки сортировки и измельчения твердых радиоактивных отходов (далее – ТРО)	Приём и контрольная сортировка ТРО с активностью $\leq 1,0$ мЗв/ч по видам РВС	Автоматизированная сортировка по активности и морфологии
Установки прессования ТРО	Сортировка на прессуемые, сжигаемые, металлоотходы	Интеграция прессования для снижения объёма
Роботы-сортировщики ТРО	Сортировка на сжигаемые, прессуемые, непрессуемые; определение морфологии и радиационных характеристик	Автоматическое распознавание альфа-, бета-, гамма-излучения; минимизация доз персонала

Нормативные требования и модель участка сортировки

Порядок сортировки регламентирован федеральными нормами (НП-058-14, РБ-155-20) [8; 10], санитарными правилами и рекомендациями МАГАТЭ [5], с учётом агрегатного состояния, категории, периода полураспада, взрыво- и пожароопасности. Принцип многобарьерности обеспечивает физическую изоляцию радионуклидов на

всех этапах. [9]

Модель участка сортировки ТРО изображена на рисунке 1. Участок соответствует типичным комплексам промышленного обращения с РВС и включает перегрузочную машину г/п 5 т (1), гамма- и нейтронные датчики (2) с выводом на пульт оператора (3), зоны фрагментирования и прессования (4), зону изоляции высокоактивных ТРО (5), конвейерные линии для потоковой сортировки по категориям (6).

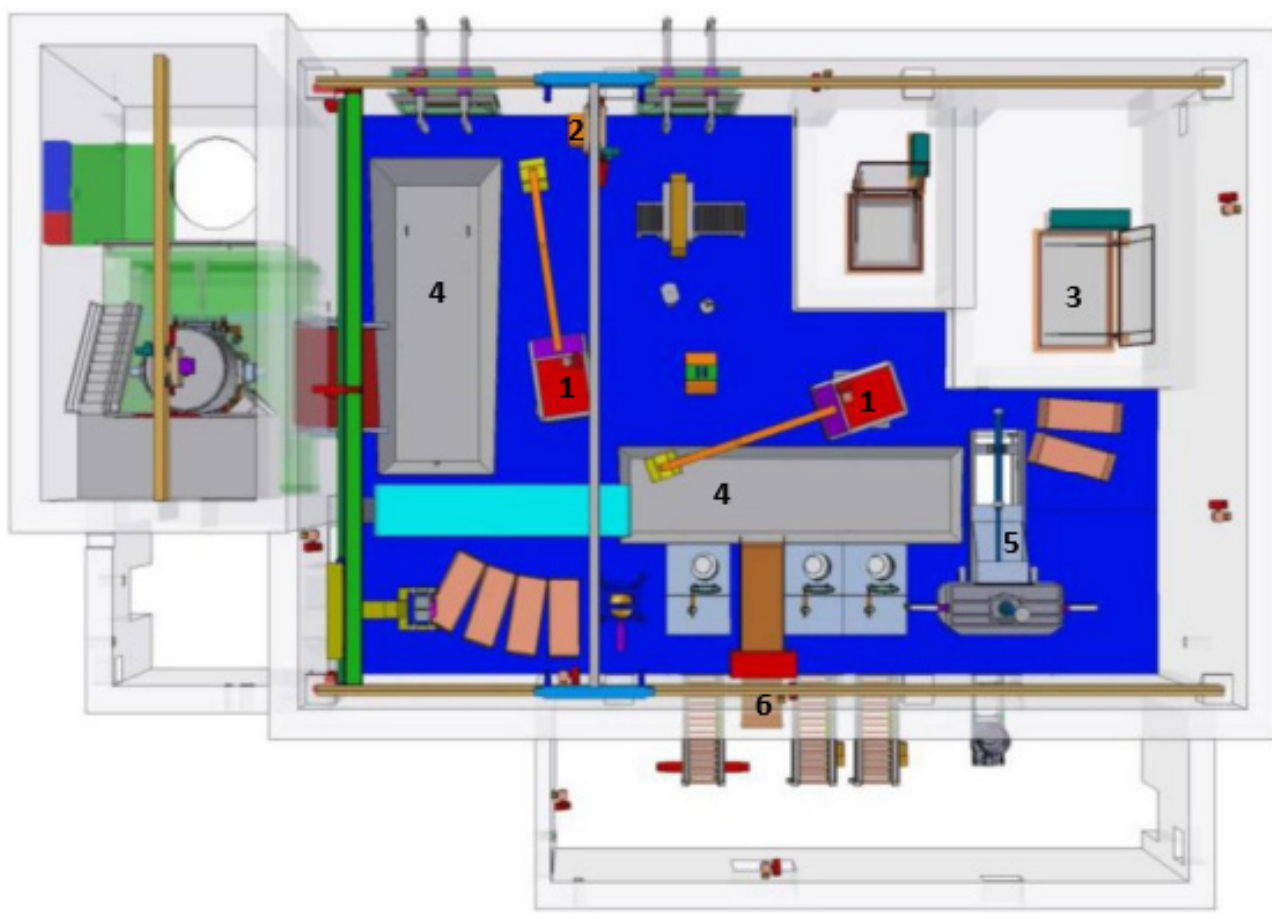


Рисунок 1. Модель участка сортировки РВС

Процесс сортировки радиационного вторичного сырья на представленном участке начинается с приёма партии твердых радиоактивных отходов объёмом 200–500 кг/смену в перегрузочную машину г/п 5 т через приёмный бункер с первичным визуальным контролем оператором. Далее сырьё поступает в зону радиационного контроля, где под гамма- и нейтронными датчиками автоматически измеряется мощность дозы в диапазоне 0,1–5 мкЗв/ч с классификацией на нерадиоактивные фракции и ТРО I–IV классов по удельной активности, данные отображаются на пульте оператора.

ТРО направляются на конвейерную линию основной сортировки, где по сигналам датчиков происходит автоматическое разветвление потоков: низкоактивные ТРО I–II классов следуют на прессование и измельчение, среднеактивные III класса – на фрагментирование, отходы с короткоживущими радионуклидами (<15 суток) – на выдержку, высокоактивные и альфа-излучающие ТРО IV класса – на изоляцию.

Крупные фрагменты измельчаются роторными ножницами, объём прессуется на 70–90% с разделением роботами-сортировщиками на пресуемые, сжигаемые и металлоотходы. Завершаю-

щими этапами служат выдержка короткоживущих изотопов (30–90 суток для снижения активности) и упаковка высокоактивных ТРО в контейнеры с многобарьерной защитой. ТРО перемещаются по конвейерам со скоростью 0,5–2 м/мин, общая длительность цикла обработки партии составляет 15–45 мин, при этом оператор корректирует маршруты по данным дозиметров, а персонал (4–6 чел.) задействован преимущественно на постах контроля и устранения заторов с основной дозовой нагрузкой 1,5–2,8 мкЗв/ч.

Модель участка построена с следующими допущениями для обеспечения воспроизводимости:

1. Распределение ТРО по категориям (для потока 350 кг/смену): 60% – низкоактивные (I–II кл., $H < 1H < 1$ мкЗв/ч), 30% – среднеактивные (III кл., 1–3 мкЗв/ч), 10% – высокоактивные (IV кл., > 3 мкЗв/ч);

2. Мощность дозы по постам ($H_j H_j$, мкЗв/ч): приём – 0,2; контроль – 1,5; сортировка – 2,0; фрагментирование – 2,8; выдержка – 1,2;

3. Другие параметры: смена – 480 мин; коэффициент занятости – 0,85; стохастика потока – Пуассоновское распределение ($\lambda = 350$ кг); диапазон варьирования – $\pm 30\%$ по активности.

Таблица 2. Диапазоны варьирования ключевых параметров

Параметр	Базовое значение	Диапазон варьирования
Поток ТРО, кг/смену	350	250–450
Доля высокоактивных, %	10	5–15
Время обработки партии, мин	30	15–45

Таблица 3. Матрица времени пребывания персонала (мин/смену на посту, для 5 исполнителей; варьирование $\pm 20\%$) [11]

Исполнитель	Приём (0,2)	Контроль (1,5)	Сортировка (2,0)	Фрагмент. (2,8)	Выдержка (1,2)	Σt_i (мин)
Опер. 1	120	60	90	–	–	270
Опер. 2	–	180	120	60	–	360
Опер. 3	90	–	150	90	30	360
Опер. 4	60	90	–	120	90	360
Опер. 5	30	30	60	–	180	300

Оценка эффективности алгоритмов сортировки радиационного вторичного сырья

Для оценки влияния алгоритмов сортировки на дозовые нагрузки персонала разработаны и апробированы три подхода, различающихся по критериям принятия решений о направлении партий ТРО по технологическим потокам. Коллективная доза персонала определяется суммой индивидуальных доз [1]

$$D_{\text{колл}} = \sum_{i=1}^n D_i \quad (1)$$

$$D_i = \sum_{j=1}^m t_{ij} \cdot H_j \quad (2)$$

где t_{ij} – время пребывания исполнителя i на посту j ;

H_j – мощность эквивалентной дозы (1,5–2,8 мкЗв/ч);

N – число персонала (4–6 чел./смену);

M – число постов.

Первый алгоритм – пороговый – направляет партии ТРО по мощности дозы: <1 мкЗв/ч – прессование, 1–3 мкЗв/ч – фрагментирование, >3 мкЗв/ч – изоляция. Данный подход соответствует традиционным требованиям радиационного кон-

троля, но не учитывает длительность операций и распределение персонала.

Второй алгоритм – экспертный – использует правила классификации по видам ТРО (прессуемые $\rightarrow$ измельчение, сжигаемые $\rightarrow$ выдержка) и категории по удельной активности (I–II кл. – поток А, III–IV кл. – поток Г), с приоритетом технологической совместимости. Эффективность обеспечивается соблюдением запрета на смешивание категорий, однако дозовые затраты распределяются равномерно без оптимизации. [4]

Третий алгоритм – дозооптимизированный – минимизирует $D_{\text{колл}}$ при ограничении производительности 300 кг/смену методом дискретно-событийного моделирования. На узлах разветвления конвейера рассчитывается ожидаемая доза для каждого потока с учётом времени обработки партии ($t_{\text{обр}} = 15\text{--}45$ мин) и перенаправляются «горячие» партии в потоки с меньшей плотностью персонала или меньшим временем пребывания. [3]

Сравнение эффективности алгоритмов сортировки РВС проведено для типичного потока 350 кг ТРО/смену (60% низкоактивных, 30% среднеактивных, 10% высокоактивных).

Таблица 4. Результаты сравнения эффективности алгоритмов

Алгоритм	Коллективная доза, чел мкЗв/смену	Производительность, кг/смену	Снижение дозы, %
Пороговый	28,5	340	Базовый
Экспертный	26,2	355	8,1
Дозооптимизированный	21,8	320	23,5

Данные демонстрируют, что дозооптимизированный алгоритм обеспечивает максимальное снижение коллективной дозы (23,5%) за счёт перераспределения высокоактивных партий в потоки выдержки, где время взаимодействия персонала минимально, при сохранении нормативной производительности.

Заключение

В работе систематизированы этапы сортировки радиационного вторичного сырья и проанализированы методы и оборудование для их реализации, что позволило разработать модель типового участка сортировки ТРО, адекватную нормативным требованиям обращения с радиоактивными отходами.

Проведённое сравнение порогового, экспертного и дозооптимизированного алгоритмов со-

ртировки показало, что переход к алгоритму с критерием минимизации коллективной дозы обеспечивает снижение дозовых нагрузок персонала на 23,5% при сохранении производительности не ниже 300 кг ТРО/смену.

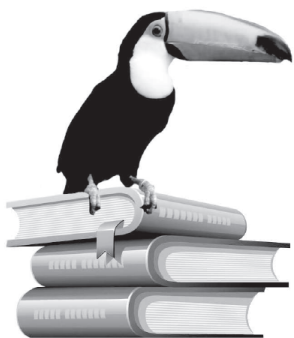
Полученные результаты подтверждают целесообразность интеграции методов математической оптимизации в алгоритмы сортировки радиационного вторичного сырья как эффективного средства реализации принципов ALARA. Предложенный подход может быть использован при проектировании и модернизации участков обращения с РВС на объектах атомной промышленности. Дальнейшие исследования целесообразно направить на учёт стохастических факторов потока сырья и внедрение элементов машинного обучения для адаптивной оптимизации алгоритмов.

Список литературы:

- [1] Пронкин Н.С., Шарафутдинов Р.Б., Гераскин Н.И. Регулирование безопасности обращения с радиоактивными отходами: Учебное пособие / Под ред. Н.С. Пронкина. М: НИЯУ МИФИ, 2011. 264 с.
- [2] Ташлыков О.Л. О проблеме снижения дозовых затрат персонала АЭС / О.Л. Ташлыков, С.Е. Щеклеин, В.И. Булатов // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2011. – №1. – С.55-60.
- [3] Ташлыков О.Л., Сесекин А.Н., Татарских Д.А., Завадский Д.И. Минимизация дозовых затрат персонала с использованием маршрутной оптимизации. Глобальная ядерная безопасность. 2025. – № 15(3). – С. 14–25.
- [4] Об утверждении регламентов на отдельные виды работ по обращению с радиоактивными отходами: приказ Ростехнадзора от 22 июня 2018 г. № 286 (с изм. на 11.09.2020 г.): // [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/537949353> (дата обращения: 01.03.2026).
- [5] Организация труда для оптимизации радиационной защиты на атомных электростанциях: нормы безопасности / Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). – Вена: МАГАТЭ, 2009. – 130 с.
- [6] Технологические и организационные аспекты обращения с радиоактивными отходами: IAEA-TECDOC-27_R / Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ). – Вена: МАГАТЭ, 2005. – 230 с.
- [7] Павлов, А.И. Современные методы переработки радиоактивных отходов / А.И. Павлов // Экология и безопасность. – 2021. – № 5. – С. 37–42.
- [8] Безопасность при обращении с радиоактивными отходами. Общие положения: федеральные нормы и правила в обл. использования атомной энергии: НП-058-14; утв. приказом Ростехнадзора от 05.08.2014 г. № 347 (зарег. в Минюсте России 14.11.2014 г. № 34701). // [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/70801700/> (дата обращения: 01.03.2026).
- [9] Об утверждении регламентов на отдельные виды работ по обращению с радиоактивными отходами: приказ Ростехнадзора от 22.06.2018 г. № 286 (зарег. в Минюсте России 24.12.2018 г. № 53105). // [Электронный ресурс] URL: <https://www.nrc.gov/docs/ML1536/ML15363A392.pdf> (дата обращения: 01.03.2026).
- [10] Рекомендации по порядку, объему, методам и периодичности проведения радиационного контроля при обращении с радиоактивными отходами: руководство по безопасности при использовании атомной энергии: РБ-155-20; утв. приказом Ростехнадзора от 30.06.2020 г. № 253. // [Электронный ресурс] URL: <https://nrs-journal.ru/upload/iblock/8cb/rb-155-20.pdf> (дата обращения: 01.03.2026).
- [11] Об утверждении регламентов на отдельные виды работ по обращению с радиоактивными отходами: Приказ Ростехнадзора от 22.06.2018 № 286 (с изм. на 11.09.2020). // [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/537949353> (дата обращения: 02.03.2026).

References:

- [1] Pronkin N.S., Sharafutdinov R.B., Geraskin N.I. *Regulation of Radioactive Waste Management Safety: A Textbook* / Ed. by N.S. Pronkin. Moscow: NRNU MEPhI, 2011. 264 p.
- [2] Tashlykov O.L. On the problem of reducing radiation doses to NPP personnel / O.L. Tashlykov, S.E. Shcheklein, V.I. Bulatov // *Izvestiya Vuzov. Yadernaya Energetika*. – 2011. – No. 1. – P. 55–60.
- [3] Tashlykov O.L., Sesekin A.N., Tatarskikh D.A., Zavadsky D.I. Minimization of personnel radiation doses using route optimization. *Global Nuclear Safety*. 2025. – No. 15(3). – P. 14–25.
- [4] On the approval of regulations for specific types of radioactive waste management activities: Order of Rostekhnadzor No. 286 dated June 22, 2018 (as amended on September 11, 2020): // [Electronic resource] URL: <https://docs.cntd.ru/document/537949353> (accessed: March 1, 2026).
- [5] *Work Organization to Optimize Radiation Protection at Nuclear Power Plants: Safety Standards* / International Atomic Energy Agency (IAEA). – Vienna: IAEA, 2009. – 130 p.
- [6] *Technological and Organizational Aspects of Radioactive Waste Management: IAEA-TECDOC-27_R* / International Atomic Energy Agency (IAEA). – Vienna: IAEA, 2005. – 230 p.
- [7] Pavlov, A.I. Modern methods of radioactive waste processing / A.I. Pavlov // *Ecology and Safety*. – 2021. – No. 5. – P. 37–42.
- [8] *Safety in radioactive waste management. General provisions: federal norms and rules in the field of atomic energy use: NP-058-14: approved by Rostekhnadzor Order No. 347 dated August 5, 2014 (registered with the Ministry of Justice of Russia on November 14, 2014, No. 34701)*. // [Electronic resource] URL: <https://base.garant.ru/70801700/> (accessed: March 1, 2026).
- [9] On the approval of regulations for specific types of radioactive waste management operations: Rostekhnadzor Order No. 286 dated June 22, 2018 (registered with the Ministry of Justice of Russia on December 24, 2018, No. 53105). // [Electronic resource] URL: <https://www.nrc.gov/docs/ML1536/ML15363A392.pdf> (accessed: March 1, 2026).
- [10] *Recommendations on the procedure, scope, methods, and frequency of radiation monitoring during radioactive waste management: safety guide on the use of atomic energy: RB-155-20: approved ...by Rostekhnadzor Order No. 253 dated June 30, 2020*. // [Electronic resource] URL: <https://nrs-journal.ru/upload/iblock/8cb/rb-155-20.pdf> (accessed: March 1, 2026).
- [11] On Approval of Regulations for Specific Types of Radioactive Waste Management Activities: Rostekhnadzor Order No. 286 dated June 22, 2018 (as amended on September 11, 2020). // [Electronic resource]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/537949353> (accessed: March 2, 2026).



ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru

Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, Е-Library.

Дата поступления рукописи в редакцию: 07.06.2026 г.
Дата принятия рукописи в печать: 14.09.2026 г.

DOI: 10.24412/cl-37390-2026-3-113-119

РЕШЕТНИКОВА Влада Дмитриевна,
студент,
Уфимский государственный
нефтяной технический университет,
e-mail: vlada_reshetnikova@mail.ru

РЕМИЗОВ Алексей Львович,
преподаватель, аспирант,
Уфимский государственный
нефтяной технический университет,
e-mail: alcotico@vk.com

РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОГО ЯДРА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ БЛОКА ХИМИЧЕСКОЙ ВОДОПОДГОТОВКИ ХВП-2

Аннотация. В статье рассмотрен подход к разработке расчетного ядра цифровой модели блока химической водоподготовки ХВП-2. Актуальность работы связана с необходимостью повышения информативности локальных систем управления и перехода от простого отображения технологических параметров к расчетной оценке качества воды и состояния оборудования. В качестве исходной основы использованы технологические сигналы локальной системы управления, характеризующие расход, давление, температуру, мутность, электропроводность, дозирование реагентов, режимы промывки ультрафильтрации и работу насосов обратного осмоса. Предложена структура модели, в которой для каждого выходного показателя выбирается технологически обоснованный набор входных факторов. Для оценки связей между параметрами применен корреляционный анализ, а для получения расчетных зависимостей использована статическая аппроксимационная модель со свободным членом. Проверка адекватности выполнена по относительной погрешности для расчетной выборки из 120 наблюдений. Полученные результаты показывают, что средняя относительная погрешность частных моделей не превышает 5 %, что позволяет использовать разработанные зависимости в составе цифровой модели ХВП-2 для оперативной оценки перепадов давления, мутности, электропроводности, pH, степени извлечения и интегрального показателя качества.

Ключевые слова: цифровая модель; цифровой двойник; химводоподготовка; ХВП-2; локальная система управления; корреляционный анализ; аппроксимация; ультрафильтрация; обратный осмос; относительная погрешность.

RESHETNIKOVA Vlada Dmitrievna,
student,
Ufa State Petroleum
Technological University

REMIZOV Alexey Lvovich,
teacher, graduate student,
Ufa State Petroleum
Technological University

DEVELOPMENT OF THE COMPUTATIONAL CORE OF A DIGITAL MODEL FOR THE HVP-2 CHEMICAL WATER TREATMENT UNIT

Annotation. The article considers an approach to developing the computational core of a digital model

for the HVP-2 chemical water treatment unit. The relevance of the work is related to the need to increase the information value of local control systems and to move from simple parameter visualization to calculated assessment of water quality and equipment condition. Technological signals of the local control system are used as the initial basis, including flow rate, pressure, temperature, turbidity, conductivity, reagent dosing, ultrafiltration backwash parameters, and reverse osmosis pump operating modes. A model structure is proposed in which a technologically justified set of input factors is selected for each output indicator. Correlation analysis is used to evaluate relationships between variables, while static approximation with a free term is applied to obtain calculation dependencies. Model adequacy is checked by relative error for a calculation sample of 120 observations. The obtained results show that the average relative error of partial models does not exceed 5 %, which makes it possible to use the developed dependencies as part of the HVP-2 digital model for operational assessment of pressure drops, turbidity, conductivity, pH, recovery, and an integral quality indicator.

Key words: digital model; digital twin; chemical water treatment; HVP-2; local control system; correlation analysis; approximation; ultrafiltration; reverse osmosis; relative error.

Введение

Цифровизация технологических объектов водоподготовки связана не только с внедрением современных средств визуализации и архивирования, но и с развитием расчетных моделей, которые позволяют оценивать состояние объекта по текущим технологическим данным. В локальной системе управления оператор получает большое количество измерений и диагностических признаков, однако сами по себе эти сигналы не всегда дают целостное представление о состоянии установки. Для инженерной оценки требуется связать параметры разных стадий процесса и получить расчетные показатели, отражающие качество воды, гидравлическое состояние фильтрующих элементов и устойчивость работы мембранных установок.

Понятие цифрового двойника в нормативной и научной литературе связывается с использованием цифровой модели и информационных связей с физическим объектом, что позволяет выполнять виртуальные испытания, оценивать режимы и уточнять поведение объекта в процессе эксплуатации [1]. Для водного сектора цифровые двойники рассматриваются как инструмент оперативной поддержки, прогнозирования, контроля качества и безопасной проверки сценариев, которые нежелательно выполнять на реальном объекте [2; 3; 5]. Особое значение такие подходы имеют для мембранных процессов, поскольку работа ультрафильтрации и обратного осмоса зависит от качества исходной воды, загрязнения мембран, режимов промывки и дозирования реагентов [4].

Объектом исследования является блок химической водоподготовки ХВП-2, включающий стадии механической очистки, автоматических дисковых фильтров, ультрафильтрации, обратного осмоса, дозирования реагентов и химической промывки. Проектируемая локальная система управления предназначена для автоматизированного управления технологическим процессом, контроля па-

раметров, обеспечения защитных функций оборудования и повышения оперативности управления установкой [8]. В составе информационного обеспечения предусмотрены оперативные, конфигурационные, архивные, исторические, учетно-расчетные и нормативно-справочные данные [8]. Это создает основу для построения цифровой модели, использующей текущие и расчетные параметры ЛСУ.

Целью статьи является описание подхода к разработке расчетного ядра цифровой модели ХВП-2 на основе технологически обоснованного выбора входных и выходных параметров, корреляционного анализа и статической аппроксимации. Для достижения цели решены следующие задачи: сформирован набор входных и выходных параметров модели; определены топологические связи для выходных показателей; выполнена оценка корреляционных связей; получены расчетные зависимости; проведена проверка адекватности по относительной погрешности.

Материалы и методы

Разработка расчетного ядра выполнялась по принципу частных моделей. Вместо построения одной общей зависимости для всего объекта выходной вектор был представлен набором отдельных функций, каждая из которых описывает конкретный технологический показатель. Такой подход удобен для сложного объекта ХВП-2, поскольку разные выходы относятся к разным стадиям процесса: механической очистке, ультрафильтрации, обратному осмосу, химическому регулированию и общей оценке качества.

Входной вектор модели включает 12 параметров: расход исходной воды, давление исходной воды, температуру после теплообменников, мутность перед ультрафильтрацией, электропроводность воды перед обратным осмосом, задания дозирования антискаланта, метабисульфита, гипохлорита натрия, щелочи и кислоты, давление обратной промывки ультрафильтрации и задание

частоты насосов высокого давления обратного осмоса. Эти параметры выбраны как измеряемые или расчетные сигналы, отражающие гидравлическую нагрузку, качество воды, реагентный режим и работу основного оборудования.

Выходной вектор содержит 18 параметров: перепады давления на фильтре-ловушке, дисковых фильтрах и линиях ультрафильтрации, мутность после ультрафильтрации, электропроводность пермеата установок обратного осмоса, перепады давления на мембранных блоках, степень извлечения, итоговую электропроводность, pH и интегральный показатель качества. Для каждой модели использовался не весь набор входов, а только технологически значимые факторы. Это снижает избыточность модели и делает интерпретацию коэффициентов более понятной.

Общий вид статической аппроксимационной модели принят в форме

$$Y_i = k_0 + k_1X_1 + k_2X_2 + \dots + k_nX_n,$$

где Y_i - расчетный выходной параметр; $X_1 \dots X_n$ - выбранные входные параметры; k_0 - свободный член; $k_1 \dots k_n$ - коэффициенты модели. Для предварительной оценки обоснованности выбора факторов применялся коэффициент корреляции Пирсона. Корреляция использовалась не как коэффициент уравнения, а как критерий силы и направления связи между входом и выходом. Зна-

чения расчетных зависимостей определялись методом аппроксимации табличных данных в виде линейной статической функции со свободным членом.

Адекватность каждой частной модели оценивалась по относительной погрешности:

$$\delta = \left| \frac{Y_{\text{экс}} - Y_{\text{расч}}}{Y_{\text{экс}}} \right| \cdot 100\%,$$

где $Y_{\text{экс}}$ - исходное значение выходного параметра; $Y_{\text{расч}}$ - расчетное значение по полученной функции. В качестве критерия применялось условие: средняя относительная погрешность должна быть менее 5 %. Расчетная выборка включала 120 наблюдений, сформированных в пределах рабочих диапазонов технологических сигналов ЛСУ ХВП-2 и отражающих технологически согласованные связи между параметрами.

Структура частных моделей

Топологическая структура расчетного ядра представлена в таблице 1*. Для однотипных технологических линий допускается использование одинакового состава входных факторов. При этом для каждого выходного параметра коэффициенты функции определяются отдельно, поэтому такие модели не являются одинаковыми, а имеют только общую технологическую структуру.

Таблица 1. Структура частных моделей цифровой модели ХВП-2

Группа выходов	Выходные параметры	Входные параметры	Технологическое обоснование
Механическая очистка	Y1 dPstrainer; Y2 dPdisk	Qfeed, Pfeed, TurbUFin	Перепад давления зависит от расхода, давления подачи и количества механических примесей.
Ультрафильтрация	Y3-Y7 dPUF9.1-dPUF9.5; Y8 TurbUFout	Qfeed, TurbUFin, DoseNaOCl, UFWashpressure	Состояние УФ-линий определяется гидравлической нагрузкой, мутностью, санитарным режимом и эффективностью обратной промывки.
Обратный осмос - качество пермеата	Y9-Y11 CondRO17perm-CondRO24perm; Y16 Condpermfinal	CondUOO2in, DoseAS, DoseMBS, ROHPspeed	Электропроводность пермеата связана с солевой нагрузкой, защитой мембран и режимом насосов высокого давления.

Обратный осмос - гидравлика	Y12-Y14 dPRO17-dPRO24	Pfeed, CondUOO2in, DoseAS, ROHPspeed	Перепад давления на мембранных блоках зависит от напорного режима, солевой нагрузки и риска отложений.
Баланс и химический режим	Y15 Recoverytotal; Y17 pHfinal	Для Y15: Qfeed, Pfeed, CondUOO2in, ROHPspeed; для Y17: Qfeed, DoseNaOH, DoseHCl	Степень извлечения связана с гидравлическим режимом, а pH - с дозированием кислоты и щелочи.
Интегральная оценка	Y18 Qualityindex	TurbUFout, Recoverytotal, Condpermfinal, pHfinal	Индекс качества объединяет ключевые показатели качества воды и режима установки.

* - Источник: составлено авторами на основе результатов исследования.

Результаты разработки расчетных зависимостей

В ходе расчетов для каждого выходного параметра была построена отдельная статическая функция. В качестве примера рассмотрим модель перепада давления на фильтре-ловушке. Для нее использованы расход исходной воды, давление исходной воды и мутность воды перед ультрафильтрацией. Полученная зависимость имеет вид:

$$dP_{\text{strainer}} = 0,0008448Q_{\text{feed}} + 0,3504168P_{\text{feed}} + 0,0108469Turb_{\text{UFin}} - 0,2780509.$$

Корреляционный анализ показал среднюю положительную связь выбранных входов с выход-

ным параметром: для расхода исходной воды коэффициент составил 0,6129, для давления - 0,5047, для мутности - 0,6100. Средняя относительная погрешность модели после уточнения расчета составила 0,48 %, что существенно ниже принятого предельного значения 5 %. Это подтверждает пригодность зависимости для включения в расчетное ядро цифровой модели.

Аналогично были разработаны зависимости для остальных выходных параметров. Обобщенные результаты проверки адекватности представлены в таблице 2*. Для краткости в статье приведены средние значения относительной погрешности по каждой модели.

Таблица 2. Сводная оценка точности частных моделей

Модель	Выходной параметр	Входные параметры	Средняя δ , %
Y1	dP_{strainer}	Q_{feed} , P_{feed} , $Turb_{\text{UFin}}$	0,48
Y2	dP_{disk}	Q_{feed} , P_{feed} , $Turb_{\text{UFin}}$	0,83
Y3	dPUF91	Q_{feed} , $Turb_{\text{UFin}}$, DoseNaOCl, UFwashpressure	0,56
Y4	dPUF92	Q_{feed} , $Turb_{\text{UFin}}$, DoseNaOCl, UFwashpressure	0,51
Y5	dPUF93	Q_{feed} , $Turb_{\text{UFin}}$, DoseNaOCl, UFwashpressure	0,54
Y6	dPUF94	Q_{feed} , $Turb_{\text{UFin}}$, DoseNaOCl, UFwashpressure	0,49
Y7	dPUF95	Q_{feed} , $Turb_{\text{UFin}}$, DoseNaOCl, UFwashpressure	0,56

Y8	TurbUFout	Q_{feed} , Turb _{UFin} , DoseNaOCl, UFwashpressure	0,62
Y9	CondRO17perm	CondUOO2in, DoseAS, DoseMBS, ROHPspeed	0,88
Y10	CondRO23perm	CondUOO2in, DoseAS, DoseMBS, ROHPspeed	0,72
Y11	CondRO24perm	CondUOO2in, DoseAS, DoseMBS, ROHPspeed	0,71
Y12	dPRO17	P_{feed} , CondUOO2in, DoseAS, ROHPspeed	0,61
Y13	dPRO23	P_{feed} , CondUOO2in, DoseAS, ROHPspeed	0,56
Y14	dPRO24	P_{feed} , CondUOO2in, DoseAS, ROHPspeed	0,58
Y15	Recoverytotal	Q_{feed} , P_{feed} , CondUOO2in, ROHPspeed	0,27
Y16	Condpermfinal	CondUOO2in, DoseAS, DoseMBS, ROHPspeed	0,83
Y17	pH _{final}	Q_{feed} , DoseNaOH, DoseHCl	0,22
Y18	Qualityindex	TurbUFout, Recoverytotal, Condpermfinal, pH _{final}	0,42

* - Источник: результаты расчетов авторов.

Результаты показывают, что средняя относительная погрешность всех частных моделей находится ниже 5 %. Наименьшие значения получены для моделей pH, степени извлечения и интегрального показателя качества. Это связано с тем, что данные показатели имеют выраженную расчетную структуру и зависят от ограниченного числа факторов. Для моделей электропроводности пермеата и перепадов давления погрешность несколько выше, но также остается в допустимых пределах. Такой результат является ожидаемым, поскольку мембранные процессы зависят от большего количества технологических факторов и состояния оборудования, часть которого в упрощенной статической модели учитывается косвенно.

Особенность предложенного подхода состоит в том, что расчетное ядро не заменяет локальную систему управления и не вмешивается в работу контуров регулирования. Оно использует данные ЛСУ как входную информацию и формирует расчетные выходы, которые могут применяться для анализа состояния установки, отображения на мнемосхеме, формирования отчета и последующей адаптации модели по архивным данным. Такая структура согласуется с подходами к цифро-

вым платформам водного сектора, где цифровая модель служит инструментом поддержки принятия решений и безопасной проверки технологических сценариев [5; 6].

Обсуждение

Полученные результаты позволяют сделать несколько инженерных выводов. Во-первых, выбор входных факторов должен выполняться не формально, а с учетом технологической принадлежности выходного параметра. Например, для перепадов давления механической очистки важны расход, давление и мутность, тогда как для электропроводности пермеата более значимы электропроводность перед обратным осмосом, реагентная защита мембран и режим насосов. Во-вторых, одинаковая топология для группы однотипных выходов является корректной, если речь идет об однотипном оборудовании. УФ-линии 9.1-9.5 имеют сходный набор факторов, но каждая модель получает собственные коэффициенты, что отражает индивидуальное состояние линии.

Во-вторых, корреляционный анализ следует рассматривать как этап отбора и проверки факторов, а не как способ получения коэффициентов функции. Коэффициенты корреляции показыва-

ют силу и направление связи между входом и выходом, но сами коэффициенты расчетной функции определяются аппроксимацией. Такая логика позволяет избежать включения случайных или технологически необоснованных параметров и одновременно сохранить физический смысл модели.

В-третьих, статическая модель имеет ограничения. Она рассчитывает выходной параметр по текущему набору входов и не описывает переходные процессы во времени. Для задач оперативной оценки качества воды и состояния оборудования это является приемлемым первым этапом, поскольку оператору часто требуется расчетное значение показателя при текущем режиме. Однако для более глубокого анализа динамики в дальнейшем модель может быть дополнена апериодическими звеньями, задержками, разностными уравнениями или передаточными функциями отдельных контуров регулирования. Такой подход позволит связать расчетное ядро с имитационной моделью и повысить полноту цифрового двойника.

Практическая значимость разработанного расчетного ядра заключается в том, что оно может быть встроено в программный интерфейс цифровой модели. Пользователь задает или загружает текущие значения входных параметров, после чего система рассчитывает выходной вектор, отображает прогнозные значения, оценивает отклонения и формирует отчет. В дальнейшем при накоплении реального архива ЛСУ коэффициенты моделей могут уточняться, а расчетная матрица наблюдений заменяться фактическими

эксплуатационными данными.

Заключение

В статье предложен подход к разработке расчетного ядра цифровой модели блока химической водоподготовки ХВП-2. В отличие от общей описательной схемы, расчетное ядро представлено системой частных моделей, каждая из которых связана с конкретным выходным технологическим показателем. Для выходов механической очистки, ультрафильтрации, обратного осмоса, химического регулирования и интегральной оценки качества определены технологически значимые входные факторы.

На основе корреляционного анализа подтверждена целесообразность выбранных связей между входными и выходными параметрами. Для расчета выходных значений использована линейная статическая аппроксимационная модель со свободным членом. Проверка адекватности по относительной погрешности показала, что средние значения погрешности всех частных моделей не превышают 5 %. Следовательно, разработанные зависимости могут быть использованы как расчетная основа цифровой модели ХВП-2.

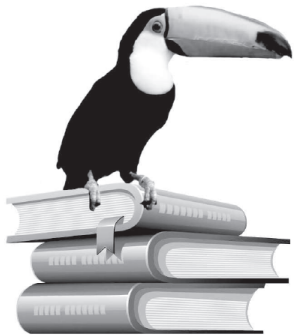
Дальнейшее развитие работы связано с интеграцией расчетного ядра в имитационную и визуальную среду, использованием архивов ЛСУ для адаптации коэффициентов и расширением модели за счет динамических зависимостей для отдельных регулируемых контуров. Такой подход позволит перейти от расчетной апробации к более полному цифровому двойнику, применимому для анализа режимов, подготовки операторов и поддержки принятия решений.

Список литературы:

- [1] ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. М.: Стандартинформ, 2021.
- [2] Wang A.-J. Digital Twins for Wastewater Treatment: A Technical Review / A.-J. Wang, H. Li, Z. He [et al.] // *Engineering*. 2024. Vol. 36. P. 21-35.
- [3] Ghorbani Bam P. Digital Twin Applications in the Water Sector: A Review / P. Ghorbani Bam, N. Rezaei, A. Roubanis [et al.] // *Water*. 2025. Vol. 17. №20. Article 2957.
- [4] Møller J.K. A data-driven digital twin for water ultrafiltration / J.K. Møller, G. Goranović, P. Brath, H. Madsen // *Communications Engineering*. 2022. Vol. 1. Article 23.
- [5] Pedersen A.N. Operational digital twins in the urban water sector: case studies / A.N. Pedersen [et al.]. London: International Water Association, 2021.
- [6] Rodríguez-Alonso C. Digital Twin Platform for Water Treatment Plants Using Artificial Intelligence Techniques / C. Rodríguez-Alonso [et al.] // *Sensors*. 2024. Vol. 24. №5. Article 1568.
- [7] ГОСТ 24.104-23. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования. М.: Издательство стандартов, 2023.
- [8] Комплект рабочей документации. Локальная система управления блока химической водоподготовки./ ПАО «Славнефть-ЯНОС»; разраб. КСТ ЭНЕРГО ИНЖИНИРИНГ 2024. - 456 с.

References:

- [1] GOST R 57700.37-2021. *Computer models and modeling. Digital twins of products. General provisions*. Moscow: Standartinform, 2021.
- [2] Wang A.-J. *Digital Twins for Wastewater Treatment: A Technical Review* / A.-J. Wang, H. Li, Z. He [et al.] // *Engineering*. 2024. Vol. 36. P. 21-35.
- [3] Ghorbani Bam P. *Digital Twin Applications in the Water Sector: A Review* / P. Ghorbani Bam, N. Rezaei, A. Roubanis [et al.] // *Water*. 2025. Vol. 17. No. 20. Article 2957.
- [4] Møller J.K. *A data-driven digital twin for water ultrafiltration* / J.K. Møller, G. Goranović, P. Brath, H. Madsen // *Communications Engineering*. 2022. Vol. 1. Article 23.
- [5] Pedersen A.N. *Operational digital twins in the urban water sector: case studies* / A.N. Pedersen [et al.]. London: International Water Association, 2021.
- [6] Rodríguez-Alonso C. *Digital Twin Platform for Water Treatment Plants Using Artificial Intelligence Techniques* / C. Rodríguez-Alonso [et al.] // *Sensors*. 2024. Vol. 24. No. 5. Article 1568.
- [7] GOST 24.104-23. *Unified system of standards for automated control systems. Automated control systems. General requirements*. Moscow: Standards Publishing House, 2023.
- [8] *Working documentation package. Local control system for the chemical water treatment unit* / PJSC Slavneft-YANOS; developed by KST ENERGO ENGINEERING, 2024. — 456 p.



ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru

Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, E-Library.

ГАТАУЛЛИНА Айсылу Радиковна,
студент,
Казанский федеральный университет,
e-mail: aysulu2645@gmail.com

МЕХАНИЗМ КАТЕГОРИАЛЬНЫХ ШАБЛОНОВ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ МОДНЫХ ОБРАЗОВ В СИСТЕМАХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Аннотация. Работа представляет модификацию фреймворка по генерации стилевых образов POG, основанную на механизме шаблонов, которые внедряются в процесс декодирования трансформера, в отличие от оригинальной модели, которая генерирует образы авторегрессивно. Для сравнительного анализа экспериментальная оценка моделей проводилась на крупнейшем датасете модных образов iFashion. Результаты показывают, что предложенная модификация достигает высоких показателей по структурным метрикам, сохраняя сопоставимое качество по метрикам сочетаемости. Исходный код с архитектурами обеих моделей опубликован в открытом доступе.

Ключевые слова: генерация образов, модные рекомендации, трансформер, персонализация, глубокое обучение, компьютерное зрение.

GATAULLINA Aysulu Radikovna,
student,
Kazan Federal University

CATEGORY TEMPLATE MECHANISM FOR PERSONALIZED FASHION OUTFIT GENERATION IN RECOMMENDER SYSTEMS

Annotation. This paper proposes a modification of the fashion outfit generation framework POG. The proposed approach is based on the idea of category templates that are integrated into the transformer decoding process, in contrast to the original model, which generates outfits auto-regressively. For comparative analysis metrics were evaluated on the iFashion - the largest publicly available fashion outfits dataset. Results show that the proposed modification achieves strong performance on structural metrics while maintaining comparable quality on compatibility metrics. The source code of both models' architectures was released.

Key words: outfit generation, fashion recommendation, transformer, personalization, deep learning, computer vision.

1. Введение

Российский рынок одежды демонстрирует устойчивый рост: по данным РБК Fashion Review 2025, совокупный объем покупок одежды составил 4,4 трлн рублей, а доля онлайн-продаж в общем обороте достигла 60% [1]. Увеличение ассортимента усложняет процесс поиска конкретных товаров, и многие платформы внедряют механизм рекомендаций готовых комплектов одежды - образов: например, осенью 2025 года Lamoda представила своего "Г(ИИ)да по стилю", который предлагает собрать образ из товаров площадки по текстовому запросу пользователя [2].

Такие сервисы решают нетривиальную задачу: рекомендательная система должна не просто подобрать похожие товары, а составить из них персональный и структурно корректный образ, то

есть, должны выполняться 2 условия:

1) Товары, входящие в один образ, должны сочетаться друг с другом.

2) Составленный образ должен соответствовать предпочтениям конкретного пользователя.

Существующие актуальные модели машинного обучения основаны на рекуррентных нейронных сетях LSTM [3; 4] и архитектуре трансформеров [5; 6], и решают эту задачу с помощью авторегрессивной генерации. В частности, фреймворк Personalized Outfit Generation (далее POG) [6] разработан на основе энкодер-декодер архитектуры трансформера и демонстрирует высокое качество по всем метрикам. Однако авторегрессивный подход не контролирует явно категориальный состав образа: модель может сгенерировать образ без обуви или с двумя парами джинс.

Для решения этой проблемы авторы фреймворка Template-guided Outfit Generation (далее TOG) [7] предложили идею шаблонов - это заранее определённые наборы категорий, которые соответствуют элементам одежды в образе. Использование шаблонов позволяет исключить структурно некорректные образы при генерации, обеспечивая разнообразие генерируемых образов даже при сравнительно небольшом числе уникальных шаблонов. Однако фреймворк разработан на основе графовых нейронных сетей и использует полный перебор всех комбинаций, что гораздо более вычислительно затратно, чем использование трансформеров.

В данной работе описана модификация фреймворка POG, в котором шаблоны внедрены в процесс авторегрессивной генерации трансформера, объединяя возможности механизма self-attention и гарантируя структурную корректность образов. Исходный код доступен по адресу: <https://git.kpfu.ru/AyRGataullina1/milo-demo>.

2. Методология

Обучение модели происходит в три этапа:

1. Получение мультимодальных эмбеддингов товаров.
2. Предобучение Fashion Outfit Model (далее FOM) для моделирования сочетаемости товаров, и последующего переноса полученных знаний в модель POG.
3. Обучение генерации образов энкодер-декодер трансформера.

Мультимодальные эмбеддинги. Товары пред-

ставлены двумя типами признаков: визуальными (изображение товара на белом фоне) и текстовыми (название товара). Сначала данные векторизуются CNN-моделями, затем, для получения единого вектора, мы конкатенируем оба вектора и в конце полученный новый вектор проходит через слой полносвязной нейронной сети. Обучение строится на функции потерь троек (triplet margin loss) $\mathcal{L}_E$, где расстояние между товарами одной категории $d(f, f^+)$ минимизируется, между товарами разных категорий $d(f, f^-)$ - максимизируется, и стремится стать больше α :

$$\mathcal{L}_E = \sum_f \max(d(f, f^+) - d(f, f^-) + \alpha, 0) \quad (1)$$

Fashion Outfit Model (FOM). FOM обучается на задаче Fill-in-the-Blank (далее FITB), в которой необходимо предсказать замаскированный элемент по его частичному образу. Модель основана на двунаправленной трансформер энкодер архитектуре, обучение строится на минимизации функции отрицательного лог-правдоподобия:

$$\mathcal{L}_F = -\frac{1}{n} \sum_{mask=1}^n \log Pr(f_{mask} | F_{mask}; \Theta_F) \quad (2)$$

где $Pr(f_{mask} | F_{mask}; \Theta_F)$ - вероятность выбрать истинный предмет f_{mask} при частичном образе F_{mask} и параметрах модели Θ_F . После обучения веса предобученного FOM используются для инициализации весов декодера POG.

Template-guided Personalized Outfit Generation (T-POG). Модель T-POG также основана на архитектуре энкодер-декодер трансформера и изображена на Рис. 1. Основные блоки включают энкодер, декодер и категориальное кодирование:

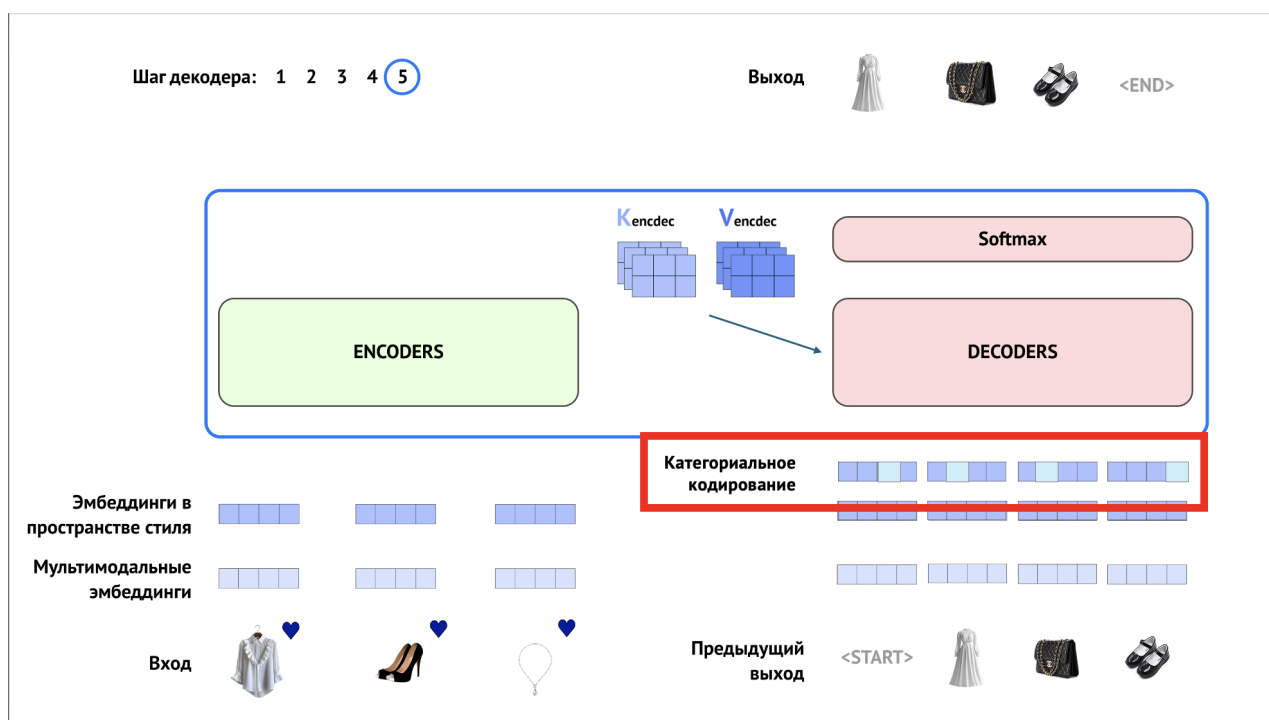


Рисунок 1. Схематичное изображение архитектуры модели T-POG

1. Энкодер принимает историю кликов пользователя и формирует векторное представление его предпочтений.

2. Декодер генерирует образ авторегрессивно: на каждом шаге t он предсказывает следующий товар, опираясь на сигнал пользовательских предпочтений из энкодера и на уже сгенерированные элементы.

3. Категориальное кодирование - предложенная модификация. Шаблон образа задаётся как кортеж категорий $T = (c_1, c_2, \dots, c_k)$, где каждый элемент - это категория предмета одежды в образе. На каждом шаге t декодер получает категориальный эмбединг $e(c_t)$, который формируется также в процессе обучения модели. Этот эмбединг суммируется с мультимодальным эмбедингом предыдущего сгенерированного товара, явно указывая категорию на следующем шаге.

Обучение строится на следующей функции ошибки:

$$\mathcal{L}_{T-POG} = \lambda_{item} * \mathcal{L}_{item} + \lambda_{tpl} * \mathcal{L}_{tpl} \quad (3)$$

где

$$\mathcal{L}_{item} = -\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \log Pr(f_{t+1} | f_1, \dots, f_t; U; T; \Theta_{(U,F)}) \quad (3.1)$$

$$\mathcal{L}_{tpl} = -\log Pr(T|U; \Theta) \quad (3.2)$$

$Pr(f_{t+1} | f_1, \dots, f_t; U; T; \Theta_{(U,F)})$ - вероятность выбрать истинный предмет при пользовательском векторе U , шаблоне T и параметрах модели $\Theta_{(U,F)}$, $Pr(T|U; \Theta)$ - вероятность выбрать истинный шаблон при пользовательском векторе U и параметрах модели Θ . λ_{item} и λ_{tpl} - соответственно коэффициенты весов в итоговой функции потерь.

3. Экспериментальная оценка

3.1. Данные

Для обучения и оценки модели использовался датасет iFashion [6]. Это крупнейший публично доступный датасет в области модных рекомендаций: он содержит 1.01 млн образов, составленных из 583 тыс. уникальных товаров, и 0.28 млрд записей о кликах 3.57 млн пользователей. Каждый товар характеризуется его изображением на белом фоне, текстовым описанием и принадлежностью к одной из 80 категорий.

Шаблоны образов были извлечены непосредственно из данных. Всего было получено 2451 уникальных кортежей. После применения филь-

трации (шаблоны, встречающиеся менее 10 раз, были исключены как статистически незначимые) осталось 928 уникальных кортежей. Итоговый набор шаблонов охватывает большинство образов, и обеспечивает их структурное разнообразие.

3.2. Детали реализации

Для реализации фреймворка использовалась библиотека PyTorch. Для извлечения визуальных признаков из изображений товаров использовалась модель EfficientNet-B4, для извлечения текстовых признаков - multilingual-e5-base. Мультимодальный эмбединг каждого товара имеет размерность 128.

Трансформер состоит из 3 слоёв энкодера и декодера, и 4 голов self-attention. Размерность скрытого пространства полносвязной сети трансформера - 128. Для задачи FITB набор кандидатов формировался так: на каждый положительный (истинный) пример случайным образом выбирались еще 15 негативных кандидатов. Обучение заняло 20 эпох на оптимизаторе Adam, $\lambda_{item} = 1.0$, $\lambda_{tpl} = 0.5$.

3.3. Метрики

Сравнение моделей проводилось по шести метрикам:

1. **Fill-in-the-Blank**, FITB - задача предсказания замаскированного предмета по частично-му образу. Метрика показывает долю правильно предсказанных элементов.

2. **Compatibility Prediction**, AUC - задача классификации образа на "сочетаемый" и "случайно собранный". Метрика показывает площадь под ROC-кривой, как в обычной бинарной классификации.

3. **Top-3 Accuracy score** - метрика показывает долю примеров, в которых истинный товар оказался среди трёх наиболее вероятных предсказаний декодера.

4. **Category F1 score** - F1-метрика показывает долю правильно определённых категорий против истинных категорий.

5. **Template Match Rate**, TMR - метрика показывает долю образов, чья структура совпадает хотя бы с одним шаблоном.

6. **Average Length** - средняя длина сгенерированного образа.

Таблица 1. Сравнительный анализ моделей POG и T-POG.

Модель	FITB, %	CPAUC, %	Top-3 Acc, %	Cat F1, %	TMR, %	Avg Len, шт.
POG	31.30	65.45	4.93	27.28	0.00	10.0
T-POG	26.30	56.38	3.22	35.75	1.00	3.4

Результаты экспериментов представлены в Таблице 1. Как видно, хоть и T-POG незначительно уступает базовой модели по ключевым метрикам FITB, CP и Top-3 Acc, он значительно превосходит оригинальный фреймворк по структурным метрикам Cat F1 и TMR. Стоит отметить и то, что модель POG в среднем генерирует образы максимальной

длины, но ее TMR равен нулю - то есть ни один из сгенерированных образов не соответствует ни одному шаблону. Как видно, T-POG решает эту проблему: его средняя длина образа равна 3.4, что соотносится с характеристиками исходных образов в датасете.



Рисунок 2. Примеры генерируемых образов. На первой строке изображены товары, подаваемые на вход модели (клики пользователя). На второй строке - результат генерации POG, на третьей - результат генерации T-POG

Примеры сгенерированных образов приведены на Рисунке 2. Несмотря на то, что история кликов пользователя содержит преимущественно брюки и джемперы, образ от POG состоит не содержит ни одного товара категории брюк. T-POG же собрал структурно корректный образ - рубашка, брюки и обувь.

4. Заключение

По результатам экспериментов, механизм шаблонов действительно устраняет структурные ошибки оригинального фреймворка POG - показатель TMR вырос с 0 до 1.0 - хотя и ценой небольшого снижения ключевых метрик FITB и CP. Также была представлена первая открытая реализация оригинального фреймворка POG. Направления для будущих исследований:

1) Повышение точности моделирования сочетаемости товаров внутри образа. Текущая реализация демонстрирует снижение по основным метрикам FITB и CP относительно оригинальной архитектуры. Необходимо разработать решение для улучшения этих показателей у предложенной модификации.

2) Исследование разрыва между эмбедингами товаров из обучающих датасетов и реальными товарами. На практике реальные товары часто изображаются под разными углами и ракурсами, с разными задними фонами - все это привносит шум в итоговый эмбединг. Разрыв между обучающими и реальными данными может мешать применять данные модели на практике, поэтому необходимо разработать решение, минимизирующее данный разрыв.

Список литературы:

- [1] *Мода в России как бизнес. Обзор РБК 2025 [Электронный ресурс] // РБК Стиль. — 2025. — URL: <https://style.rbc.ru/industry/68f7359d9a7947cebad453d1> (дата обращения: 12.02.2026)*
- [2] *Знакомьтесь, г(ИИ)д по стилю Lamoda [Электронный ресурс] // Lamoda. — 2025. — URL: <https://www.lamoda.ru/blog/article/znakomtes-ii-stilist-lamoda/> (дата обращения: 12.02.2026)*
- [3] Han X., Wu Z., Jiang Y.-G., Davis L. S. *Learning Fashion Compatibility with Bidirectional LSTMs // Proceedings of the 25th ACM International Conference on Multimedia. — New York : ACM, 2017. — С. 1078–1086.*
- [4] Hochreiter S., Schmidhuber J. *Long Short-Term Memory // Neural Computation. — 1997. — Т. 9, № 8. — С. 1735–1780.*
- [5] Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A. N., Kaiser Ł., Polosukhin I. *Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017). — Long*

Beach, 2017. — С. 5998–6008.

[6] Chen W., Huang P., Xu J., Guo X., Guo C., Sun F., Li C., Pfadler A., Zhao H., Zhao B. POG: Personalized Outfit Generation for Fashion Recommendation at Alibaba iFashion // *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. — New York : ACM, 2019. — С. 2662–2670.

[7] Ding Y., Mok P. Y., Ma Y., Bin Y. Personalized Fashion Outfit Generation with User Coordination Preference Learning // *Information Processing & Management*. — 2023. — Т. 60, № 5. — С. 103434.

References:

[1] Fashion in Russia as a Business. RBC 2025 Overview [Electronic resource] // RBC Style. — 2025. — URL: <https://style.rbc.ru/industry/68f7359d9a7947cebad453d1> (accessed: 12.02.2026)

[2] Meet the Lamoda AI Style Guide [Electronic resource] // Lamoda. — 2025. — URL: <https://www.lamoda.ru/blog/article/znakomtes-ii-stilist-lamoda/> (accessed: 12.02.2026)

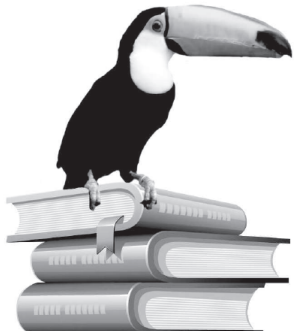
[3] Han X., Wu Z., Jiang Y.-G., Davis L. S. Learning Fashion Compatibility with Bidirectional LSTMs // *Proceedings of the 25th ACM International Conference on Multimedia*. — New York : ACM, 2017. — P. 1078–1086.

[4] Hochreiter S., Schmidhuber J. Long Short-Term Memory // *Neural Computation*. — 1997. — Vol. 9, No. 8. — P. 1735–1780.

[5] Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A. N., Kaiser Ł., Polosukhin I. Attention Is All You Need // *Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017)*. — Long Beach, 2017. — P. 5998–6008.

[6] Chen W., Huang P., Xu J., Guo X., Guo C., Sun F., Li C., Pfadler A., Zhao H., Zhao B. POG: Personalized Outfit Generation for Fashion Recommendation at Alibaba iFashion // *Proceedings of the 25th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. — New York: ACM, 2019. — pp. 2662–2670.

[7] Ding Y., Mok P. Y., Ma Y., Bin Y. Personalized Fashion Outfit Generation with User Coordination Preference Learning // *Information Processing & Management*. - 2023. - Т. 60, No. 5. - P. 103434.



ЮРКОМПАНИ

www.law-books.ru

Юридическое издательство
«ЮРКОМПАНИ»

Издание учебников,
учебных и методических
пособий, монографий,
научных статей.

Профессионально.

В максимально
короткие сроки.

Размещаем
в РИНЦ, Е-Library.

ДЮЛЬДИН Евгений Викторович,
аспирант,
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
e-mail: ZhecosI@yandex.ru

ЗАЙЦЕВ Константин Сергеевич,
доктор технических наук, профессор,
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
e-mail: kszajtsev@mephi.ru

РЕЧЕВАЯ МОДЕЛЬ МУЛЬТИАГЕНТНОГО КОНТРОЛЯ BETHESDA-КЛАССИФИКАЦИИ

Аннотация. В статье рассматривается проблема устойчивого контроля Bethesda классификации узлов щитовидной железы при малых и несбалансированных выборках. Актуальность исследования определяется высокой вариативностью категорий III–IV и тем, что функциональные изменения щитовидной железы отражаются в параметрах голоса. Цель работы состоит в разработке математической модели мультиагентной платформы, объединяющей речевые маркеры, структурированные клинические признаки и адаптивное управление синтетическими данными. Методологическую основу составили методы обработки речи, мультимодальной классификации, вероятностной калибровки и агрегации аудио параметров. Агент синтетических данных реализован как условный вариационный автокодировщик, формирующий примеры для классов III–V с фильтрацией кандидатов по критерию MMD. Научная новизна заключается в формальном правиле регулирования доли синтетических примеров на основе совместной динамики *tasco-F1* и *ECE*, а также в отображении категориального вывода модели в интегральный риск злокачественности по ROM Bethesda 2023. На вариационном стенде из 312 клиничко-цитологических случаев и 1248 речевых проб предложенная модель достигла *tasco-F1* равное 0.836, *ECE* 0.049, *AUC* 0.924 по задаче выделения категорий V–VI. Наибольший эффект получен для категорий III–IV. Показано, что адаптивная доля синтетических данных располагается в диапазоне 0.41–0.47 и уменьшает вероятностное расхождение между реальными и сгенерированными примерами. Практическая значимость работы связана с созданием модуля поддержки принятия решений и основы для дальнейшей межцентровой федеративной валидации.

Ключевые слова: щитовидная железа, Bethesda, речевые маркеры, мультиагентная система, синтетические данные, мультимодальная классификация, федеративное обучение, калибровка вероятностей.

DYULDIN Evgeniy Vladimirovich,
graduate student,
National Research Nuclear University MEPhI

ZAITSSEV Konstantin Sergeevich,
Doctor of Technical Sciences, Professor,
National Research Nuclear University MEPhI

SPEECH MODEL OF MULTI-AGENT CONTROL OF BETHESDA-BASED NODULE CLASSIFICATION

Annotation. The paper examines the problem of stable control of Bethesda-based thyroid nodule classification under small and imbalanced datasets. The relevance of the study is driven by the persistent interobserver variability of Bethesda III–IV categories and by the fact that thyroid dysfunction affects voice parameters. The aim is to develop a mathematical model of a multi-agent platform that integrates speech markers, structured clinical features and adaptive synthetic-data control. The approach combines digital speech processing, multimodal classification, temperature scaling, federated parameter aggregation, and a

conditional variational autoencoder that generates minor-class samples with maximum mean discrepancy-based filtering. The novelty lies in a formal rule for adjusting the proportion of synthetic samples according to the joint dynamics of macro-F1 and expected calibration error and in mapping class probabilities to malignancy risk using Bethesda 2023 risk-of-malignancy values. On an imitation-analytical benchmark of 312 clinico-cytological cases and 1248 speech recordings, the proposed model achieved macro-F1 = 0.836, ECE = 0.049 and AUC = 0.924 for high-risk Bethesda V–VI detection. The largest gain was observed for indeterminate categories III–IV. The adaptive synthetic ratio stabilized in the range 0.41–0.47 and reduced the distribution gap between real and generated samples. The results indicate that the proposed platform is promising as a decision-support module and as a basis for future multicenter federated validation.

Key words: thyroid gland, Bethesda system, speech markers, multi-agent system, synthetic data, multimodal classification, federated learning, probability calibration.

Введение

Система Bethesda является стандартом описания результатов тонкоигольной аспирационной биопсии щитовидной железы и задает вероятностную интерпретацию клинического риска [1]. Однако категории III–IV остаются наиболее неоднозначными, так как сочетают риск злокачественности с высокой межэкспертной вариативностью и часто требуют повторной ТАБ, молекулярного тестирования и динамического наблюдения [1; 7], поэтому задача автоматизированного контроля Bethesda классификации относится не только к проблемам медицинской информатики, но и к области математического моделирования сложных слабоструктурированных решений.

В качестве дополнительного сигнала в работе рассматриваются речевые маркеры, где для заболеваний щитовидной железы и постоперационных состояний описаны статистически значимые изменения jitter, shimmer, HNR, CPP и максимального времени фонации [2]. Вместе с тем современные системы искусственного интеллекта в цитологии чаще используют изображения заболеваний или клинические признаки [7], что ограничивает устойчивость решений при малых выборках при неоднородности данных и малых выборках, что является спецификой биомедицинской области и требует решения путём увеличения общего числа примеров для анализа и решения поставленных проблем.

Синтетическое расширение данных без специального контроля может ухудшать калибровку и усиливать распределительный сдвиг [4; 5], поэтому целью работы является построение модели мультиагентной платформы, объединяющей речевые и клинические признаки, адаптивное управление синтетическими примерами и агрегацию параметров [3; 6].

Материалы и методы

Исследование выполнено как вычислительный эксперимент на имитационном стенде, в котором распределение категорий Bethesda и значения ROM согласованы с редакцией Bethesda 2023 [1], а диапазоны речевых параметров заданы по опубликованным данным о голосовых изменениях при тиреоидной патологии [2]. Выбор имитационного стенда обусловлен тем, что на текущем этапе задачей являлась проверка устойчивости мультиагентной архитектуры и закона адаптивного управления $\alpha(t)$ в условиях контролируемого распределения редких классов, тогда как переносимость результатов на реальную клиническую практику рассматривается как предмет последующей внешней валидации. Стенд включал 312 случаев и 1248 аудио проб, соответствующих типовым заданиям, состоящих из фонаций, чтения стандартной фразы и коротких фрагментов речи без дополнительной подготовки говорящего; результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Структура выборки и усредненный риск Bethesda

Категория	Примеры	Доля (%)	ROM (%)
I	24	7,7	13
II	132	42,3	4
III	58	18,6	22
IV	35	11,2	30
V	28	9,0	74
VI	35	11,2	97
Итого	312	100,0	

Платформа включает четыре функциональных агента, где решатели были распределены следующим образом, агент протокола и качества речи, клинический агент, агент мультимодальной классификации и агент интерпретации результатов для пользователя. Дополнительно работает агент обработки синтетических данных и аугментации примеров тренировки моделей и алгоритмов, реализованный как условный вариационный автокодировщик и формирующий примеры только для малоресурсных классов III–V с регулированием их доли в обучении. После включения агента качества доля отклоненных записей снизилась с 12.1% до 4.8%. Обучение проводилось в схеме

patient-level 5-fold cross-validation и оценивались macro-F1, balanced accuracy, expected calibration error и AUC для отделения категорий V–VI.

Для стандартизации речевого канала каждому пациенту сопоставлялись речевые пробы, такие как счёт от 1 до 20, чтение короткой фразы и спонтанный ответ длительностью 15 секунд. После удаления тишины и нормализации уровня сигнала извлекались 88 акустических признаков, а клинический блок включал 19 параметров, в том числе TIRADS, размер узла, экзогенность, валидность материала, возраст, пол и наличие подтвержденной дисфункции [2; 6; 7]; результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Распределение функций между агентами платформы

Агент	Входные данные	Основная функция	Выход
Протокола и качества речи	Речевые пробы, метаданные записи	VAD, фильтрация, контроль шума	Валидированная речевая сессия
Клинический	ЭМК, УЗИ, протокол ТАБ	Нормализация полей, кодирование Bethesda	Клинический вектор признаков
Мультимодальный	Акустический и клинический векторы	Выделение вероятности риска V–VI	Вероятности классов
Синтетической	Классы III–V, локальные обновления центров	cVAE-генерация, фильтрация по MMD	Обновленные параметры модели
Интерпретации	Решение модели и карта признаков	Локальная интерпретация, флаги	Врачебное пояснение

Такое разбиение функций позволило отделить этапы контроля качества, извлечения признаков, вероятностного вывода и объяснимости, а также снизить связанность между агентами. В вычислительном эксперименте предложенная схема показала устойчивое поведение системы и уменьшило число нестабильных предсказаний для малоресурсных цитологических категорий [3; 6].

Воспроизводимость агента синтетических данных обеспечивалась использованием условного вариационного автокодировщика (conditional VAE) над объединенным представлением акустических и клинических признаков. На вход генератора подавались скрытый вектор после раннего слияния признаков, условная метка класса Bethesda и идентификатор центра, что позволяло формировать синтетику только для малоресурсных классов III–V. Архитектура энкодера имела размерности 107–64–32, латентное пространство — 16, декодер — 32–64–107, функция активации GELU, dropout 0.10; обучение выполнялось оптимизатором AdamW с шагом 10^{-3} и ранней остановкой по валидационному MMD. Кандидатный синтетический пример принимался в обучающую

выборку только при выполнении ограничений $MMD^2 \leq 0.12$ и $\max p_k \leq 0.90$, что уменьшало вероятность накопления рекурсивных артефактов [4; 5].

Математическая модель

Пусть каждому случаю i соответствуют акустический вектор $\mathbf{x}_i^{(a)}$ и клинический вектор $\mathbf{x}_i^{(c)}$. В акустическое описание включаются основные параметры голоса и спектральные коэффициенты $\mathbf{x}_i^{(a)} = [F_0, Jit, Shim, HNR, CPP, MFCC_1, \dots, MFCC_{13}, Tempo, MPT]^T$.

После объединения скрытых представлений формируется калиброванное распределение вероятностей по шести классам, формула 1:

$$p_{ik} = \frac{\exp(z_{ik}/T)}{\sum_{j=1}^6 \exp(z_{ij}/T)}, \quad k = 1, \dots, 6, \quad (1)$$

где p_{ik} — вероятность принадлежности i -го случая к классу k ;

z_{ik} — логит k -го класса;

T — параметр температурной калибровки;

j — индекс суммирования по всем шести классам Bethesda;

Переход к интегральному риску выполняется по вектору $\boldsymbol{\rho} = (0.13, 0.04, 0.22, 0.30, 0.74, 0.97)^T$,

формула 2.

$$r_i = \sum_{k=1}^6 \rho_k p_{ik} \quad (2)$$

где r_i — интегральная оценка риска для i -го случая;

ρ_k — весовой коэффициент риска, соответствующий классу Bethesda k ;

p_{ik} — калиброванная вероятность принадлежности i -го случая классу k .

Критерий обучения объединяет классификационный, калибровочный и распределительный компоненты, формула 3.

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{cls} + \lambda_1 \mathcal{L}_{cal} + \lambda_2 \text{MMD}^2(\mathcal{R}, \mathcal{S}_\alpha) \quad (3)$$

где $\mathcal{L}$ — общий функционал обучения;

$\mathcal{L}_{cls}$ — функция потерь классификации;

$\mathcal{L}_{cal}$ — калибровочная составляющая;

$\text{MMD}^2(\mathcal{R}, \mathcal{S}_\alpha)$ — квадрат максимального среднего расхождения между распределениями реальных $\mathcal{R}$ и синтетических $\mathcal{S}_\alpha$ данных;

λ_1 и λ_2 — коэффициенты регуляризации.

Доля синтетических примеров изменяется по правилу, формула 4.

$$\alpha_{t+1} = \text{clip}(\alpha_t + \eta(\text{ECE}_t - \gamma \Delta F1_t), 0.20, 0.70) \quad (4)$$

где α_t — текущая доля синтетических примеров на шаге t ;

$\alpha_{(t+1)}$ — обновлённая доля синтетики;

clip — оператор ограничения значений в диапазоне;

η — коэффициент чувствительности к ошибке калибровки;

ECE_t — текущая ожидаемая калибровочная ошибка;

γ — коэффициент чувствительности к приросту качества;

$\Delta F1_t$ — приращение macro-F1 на шаге t .

Тем самым агент синтетики учитывает не

только прирост разделяющей способности, но и достоверность вероятностного вывода, что особенно важно в медицинских задачах [4; 5].

Функционал генератора синтетических данных задавался условной вариационной нижней оценкой, формула 5.

$$\mathcal{L}_{VAE} = \|x - \hat{x}\|_1 + D_{KL}(q_\phi(u | x, y, c) \| N(0, I)) + CE(g_\psi(\hat{x}), y) \quad (5)$$

где u — латентная переменная генератора;

$q_\phi(u | x, y, c)$ — апостериорное распределение энкодера;

$\hat{x}$ — реконструированный или сгенерированный вектор признаков;

g_ψ — классификационная голова согласования метки;

β и η — веса регуляризации латентной компактности и классовой согласованности.

Такое задание функционала позволяет одновременно контролировать точность реконструкции мультимодального вектора, регулярность латентного пространства и сохранение условной принадлежности к классу Bethesda, а последующая MMD-фильтрация исключает синтетические наблюдения, удаляющиеся от эмпирического распределения реальных объектов.

Результаты

Одномодальная акустическая схема оказалась недостаточной для надежного контроля Bethesda-классификации, тогда как мультимодальный подход обеспечил заметный рост качества. Статическое увеличение доли синтетики улучшило полноту на редких классах, но не привело к минимизации ошибки калибровки. Наилучший результат получен у модели с адаптивным управлением $\alpha(t)$, которая одновременно повышала разделяющую способность и сохраняла согласованность вероятностных оценок; результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты сравнения моделей

Модель	Macro-F1	Balanced accuracy	ECE	AUC
Clinical	0.741	0.756	0.089	0.842
Acoustic	0.612	0.641	0.131	0.763
Multimodal без контроля синтетики	0.782	0.801	0.081	0.887
Multimodal, фиксированная $\alpha=0.50$	0.801	0.817	0.072	0.901
Предлагаемая адаптивная модель, $\alpha(t)$	0.836	0.851	0.049	0.924

Наибольший прирост качества зафиксирован для категорий III–IV, прирост полноты составил 6–8 процентов по сравнению с мультимодальной моделью без управления синтетикой. Средняя межцентровая дисперсия macro-F1 после агрегации уменьшилась на 18 процентов, а распределение между реальными и синтетическими скрытыми векторными вложениями по MMD сократилось с 0.184 до 0.109.

В локальных объяснениях наиболее информативными признаками стабильно выступали HNR, CPP, MFCC, категория TIRADS и индикатор клеточной адекватности. Дополнительный абляционный анализ в таблице 4 показывает, что наибольший вклад в итоговый выигрыш вносят не отдельные признаки, а композиция адаптивного агента синтетики, температурной калибровки и федеративного обмена параметрами.

Таблица 4. Абляционный анализ компонентов предлагаемой модели

Конфигурация	Macro-F1	Recall III–IV	ECE	AUC V–VI
Без речевых признаков	0.781	0.731	0.061	0.895
Без температурной калибровки	0.824	0.791	0.083	0.919
Без адаптивного управления $\alpha(t)$	0.801	0.744	0.072	0.901
Без агрегации	0.814	0.768	0.058	0.910
Полная модель	0.836	0.802	0.049	0.924

Проведённые эксперименты подтверждают, что речевой канал дает основной прирост на неопределенных категориях, однако без калибровки итоговая система становится менее точной для клинической интерпретации из-за роста ECE. Важно, что исключение агрегации ухудшает не только среднее качество, но и устойчивость между центрами меток Bethesda, так как локальные распределения по акустическим признакам заметно различаются. На уровне матрицы ошибок сохраняется зона ложных предсказаний между категориями III и IV, тогда как категории V–VI выделяются с чувствительностью 0.91 и точностью 0.88.

Оптимальное значение качества достигает-

ся не при максимальном объеме синтетических данных, а в окрестности α , равном 0.45, когда при меньших значениях модель недообучалась на малоресурсных классах, а при больших значениях переобучалась под тренировочные данные. Как видно из таблицы 5, при переходе от $\alpha = 0.20$ к $\alpha = 0.45$ улучшаются macro-F1, полнота по категориям III–IV и уменьшаются ECE и MMD; дальнейшее добавление синтетических данных приводит к обратному эффекту. Следовательно, адаптивное правило управления синтетическими данными работает как регулятор между полнотой, калибровкой и распределительной близостью реальных и сгенерированных данных.

Таблица 5. Чувствительность модели к доле синтетических данных

α	Macro-F1	ECE	Recall	MMD
0.20	0.786	0.081	0.694	0.182
0.30	0.814	0.072	0.742	0.158
0.40	0.829	0.058	0.781	0.127
0.45	0.836	0.049	0.802	0.109
0.50	0.831	0.052	0.797	0.118
0.60	0.815	0.071	0.776	0.141
0.70	0.798	0.079	0.751	0.169

Полученные значения показывают, что адаптация $\alpha(t)$ не сводится к простому наращиванию синтетики, при α большем 0.50 наблюдается рост MMD между реальными и синтетическими объектами, что приводит к увеличению калибровочной ошибки, поэтому оптимальный режим соответствует области синтетического усиления, где

модель получает дополнительные примеры для обучения на малоресурсных классах, но не теряет связь с эмпирическим распределением исходной медицинской выборки [4]. Графическая интерпретация зависимости основных метрик от α приведена на рисунке 1.

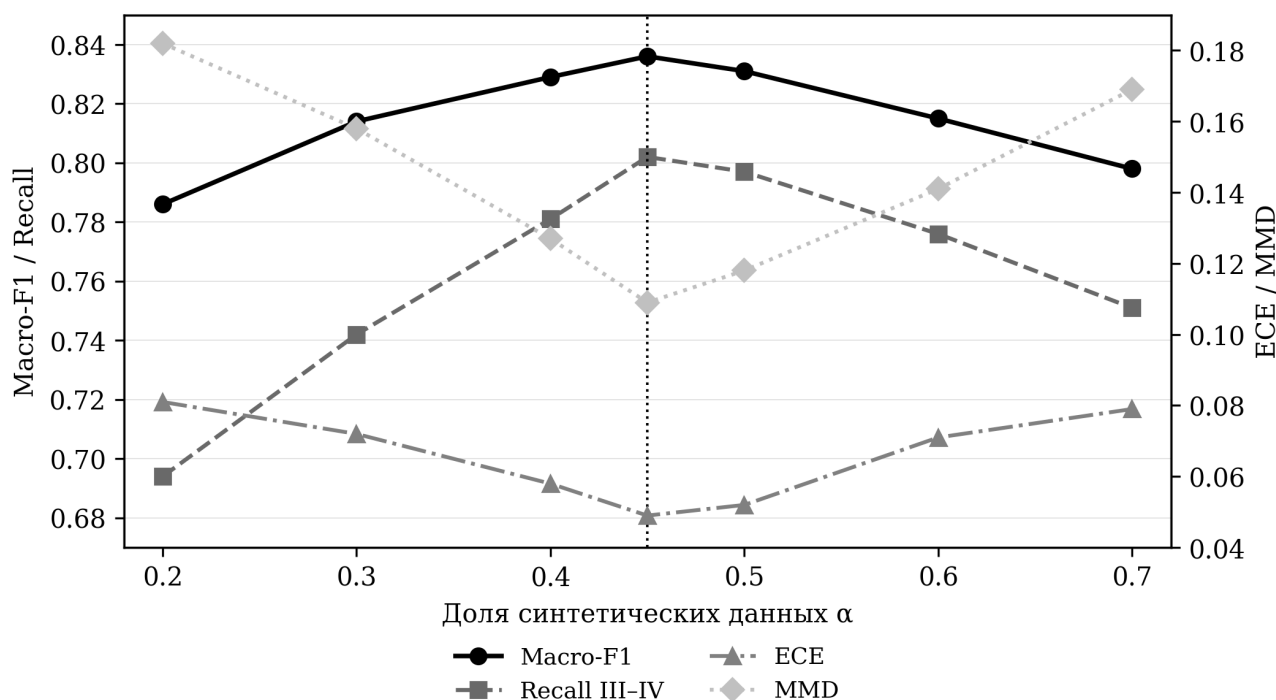


Рисунок 1. Зависимость метрик от доли синтетических данных α

Обсуждение

Полученные результаты показывают, что речевые маркеры целесообразно использовать не как самостоятельный диагностический канал, а как дополнительный источник информации для контроля Bethesda классификации. С математической точки зрения основным итогом работы является формализация адаптивного закона регулирования синтетических данных, что позволяет улучшить качество на редких категориях без ухудшения вероятностной интерпретации, что критично для клинических решений.

Система может быть встроена в лабораторный контур как модуль ассистент, где врач получает не альтернативный диагноз, а количественную оценку риска, индикатор неопределенности и объяснение по ключевым признакам.

Ключевым ограничением исследования остается имитационный характер стенда. Он был предназначен для проверки архитектуры мульти-агентного управления и чувствительности к доле синтетики при контролируемых распределениях Bethesda 2023, однако не моделирует в полном объеме межлабораторные различия, спектр со-

путствующей патологии, вариабельность качества микрофонов и факторы проспективного набора. Поэтому полученные значения macro-F1, ECE и AUC следует интерпретировать как результат этапа первичного эксперимента, а не как окончательную оценку клинической эффективности системы.

Следующим этапом должна стать внешняя клиническая валидация на обезличенных много-центровых данных с отдельной оценкой транспортируемости между центрами, калибровочного дрейфа, decision-curve utility и устойчивости к смене протокола записи речи. Перспективным является архитектурное решение на основе фиксированного ТАБ, УЗИ и аудиозаписей с правилами обновления $\alpha(t)$, чтобы исключить подстройку под локальную выборку [6; 7].

Заключение

Разработана математическая модель мультиагентного контроля Bethesda классификации узлов, объединяющая речевые маркеры, клинические признаки, калибровку и адаптивное управление синтетическими данными, где агент синтетики реализован как условный вариационный автоко-

дировщик с MMD-контролем.

В вычислительном эксперименте показано, что предлагаемая схема превосходит одиночные модели и статически аугментированные решения по макро-F1, balanced accuracy, ECE и AUC. Наиболее существенный эффект достигается в клинически трудных категориях III–IV, где дополнительный речевой канал и управляемая синте-

тика уменьшают неопределенность решения, что позволяет рассматривать платформу как перспективную основу для систем поддержки принятия решений, последующей федеративной клинической апробации и построения телемедицинского контура динамического наблюдения. Вместе с тем результаты требуют внешней клинической валидации на реальных проспективных данных.

Список литературы:

- [1] Ali S.Z., Baloch Z.W., Cochand-Priollet B., Schmitt F.C., Vielh P., VanderLaan P.A. The 2023 Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology // *Thyroid*. 2023. Vol. 33, no. 9. P. 1039–1044.
- [2] Junuzović-Žunić L., Ibrahimagić A., Altumbabić S. Voice Characteristics in Patients with Thyroid Disorders // *Eurasian Journal of Medicine*. 2019. Vol. 51, no. 2. P. 101–105.
- [3] Dubovitskaya A., Urovi V., Barba I., Aberer K., Schumacher M.I. A Multiagent System for Dynamic Data Aggregation in Medical Research // *BioMed Research International*. 2016. Vol. 2016. Article 9027457. P. 1–12.
- [4] Shumailov I., Shumaylov Z., Zhao Y., Papernot N., Anderson R., Gal Y. AI models collapse when trained on recursively generated data // *Nature*. 2024. Vol. 631, no. 8022. P. 755–759.
- [5] Pezoulas V.C., Zaridis D.I., Mylona E., Androutsos C., Apostolidis K., Tachos N.S., Fotiadis D.I. Synthetic data generation methods in healthcare: A review on open-source tools and methods // *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 2024. Vol. 23. P. 2892–2910.
- [6] Wang T., Wang X., Li M., He Q., Wang M., Fu H., Li Y., Sun Y., Zhang Y., Li Y., et al. Applications of Federated Learning in Mobile Health: Scoping Review // *Journal of Medical Internet Research*. 2023. Vol. 25. e43006.
- [7] Negrelli M., Fasanella C., Marra A., et al. Artificial Intelligence in Thyroid Cytopathology: Diagnostic and Technical Insights // *Cancers*. 2025. Vol. 17, no. 21. Article 3525.

References:

- [1] Ali S.Z., Baloch Z.W., Cochand-Priollet B., Schmitt F.C., Vielh P., VanderLaan P.A. The 2023 Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology // *Thyroid*. 2023. Vol. 33, no. 9. P. 1039–1044.
- [2] Junuzović-Žunić L., Ibrahimagić A., Altumbabić S. Voice Characteristics in Patients with Thyroid Disorders // *Eurasian Journal of Medicine*. 2019. Vol. 51, no. 2. P. 101–105.
- [3] Dubovitskaya A., Urovi V., Barba I., Aberer K., Schumacher M.I. A Multiagent System for Dynamic Data Aggregation in Medical Research // *BioMed Research International*. 2016. Vol. 2016. Article 9027457. P. 1–12.
- [4] Shumailov I., Shumaylov Z., Zhao Y., Papernot N., Anderson R., Gal Y. AI models collapse when trained on recursively generated data // *Nature*. 2024. Vol. 631, no. 8022. P. 755–759.
- [5] Pezoulas V.C., Zaridis D.I., Mylona E., Androutsos C., Apostolidis K., Tachos N.S., Fotiadis D.I. Synthetic data generation methods in healthcare: A review on open-source tools and methods // *Computational and Structural Biotechnology Journal*. 2024. Vol. 23. P. 2892–2910.
- [6] Wang T., Wang X., Li M., He Q., Wang M., Fu H., Li Y., Sun Y., Zhang Y., Li Y., et al. Applications of Federated Learning in Mobile Health: Scoping Review // *Journal of Medical Internet Research*. 2023. Vol. 25. e43006.
- [7] Negrelli M., Fasanella C., Marra A., et al. Artificial Intelligence in Thyroid Cytopathology: Diagnostic and Technical Insights // *Cancers*. 2025. Vol. 17, no. 21. Article 3525.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Научное периодическое издание

№ 3
(июль-сентябрь)
2026 год

Подписано в печать 14.09.2026 г. Формат 60х90/8.
Печать цифровая. Печ. л. 5,25. Тираж 100 экз. Заказ № 43.
ООО «ЮРКОМПАНИ»
г. Москва, ул. Горбунова, д. 2 стр. 3
www.law-books.ru