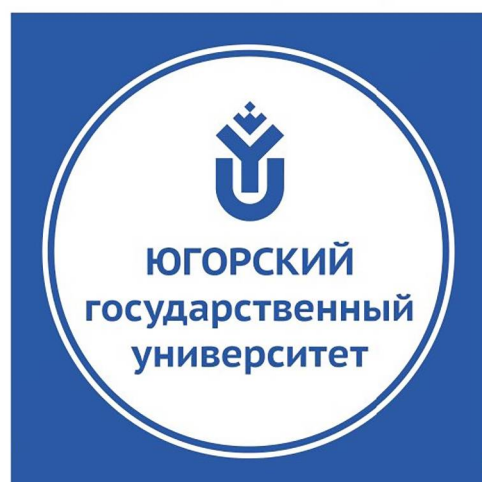




ВЕСТНИК

Югорского государственного университета

Основан
в 2005 году

Основные материалы номера:

- Перспективы использования искусственного интеллекта как средства противодействия коррупции в деятельности органов предварительного расследования и суда
- Оценка эффективности функционирования систем обращения с отходами производства и потребления арктических регионов России на основе оболочечного анализа данных
- Разработка системы управления дугогасящим реактором
- Разработка технологии восстановления рабочей гравюры штампового инструмента

3/2023



ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

ВЫПУСК 3/2023

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-73606 от 31 августа 2018 г.

г. Ханты-Мансийск
2023 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА «ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА»

Лапшин Валерий Федорович – главный редактор, доктор юридических наук, доцент, проректор по научной работе ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», v_lapshin@ugrasu.ru, +7 (3467) 377-000 (доб. 559);

Шарова Полина Сергеевна – ответственный секретарь редакционной коллегии, заведующий единой редакцией научных журналов ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», p_sharova@ugrasu.ru, +7 (3467) 377-000 (доб. 421);

Самарина Ольга Владимировна – ответственный редактор по направлению 1.2 Компьютерные науки и информатика по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки), кандидат физико-математических наук, доцент, руководитель инженерной школы цифровых технологий ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Осипов Дмитрий Сергеевич – ответственный редактор по направлению 2.4 Энергетика и электротехника по специальности 2.4.3 Электроэнергетика (технические науки), доктор технических наук, профессор, руководитель политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Королев Максим Игоревич – ответственный редактор по направлению 2.6 Химические технологии, науки о материалах, металлургия по специальности 2.6.17 Материаловедение (технические науки), кандидат технических наук, доцент, руководитель высшей нефтяной школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Розенко Станислав Васильевич – ответственный редактор по направлению 5.1 Право по специальности 5.1.4 Уголовно-правовые науки, кандидат юридических наук, руководитель высшей школы права ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

1.2 Компьютерные науки и информатика по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки):

Вохминцев Александр Владимирович – доктор технических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Интеллектуальные информационные технологии и системы» ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет» совместно с ФИЦ «Информатика и управление Российской академии наук Института системного анализа»;

Загребина Софья Александровна – доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, заведующий кафедрой «Математическое и компьютерное моделирование» ЮУрГУ, Челябинск;

Кожанов Александр Иванович – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУН «Институт математики имени С. Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук»;

Кутышкин Андрей Валентинович – доктор технических наук, профессор инженерной школы цифровых технологий ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Мельников Андрей Витальевич – доктор технических наук, профессор базовой кафедры ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет» на базе АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий», директор АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий»;

Полищук Юрий Михайлович – доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник центра дистанционного зондирования Земли АУ «Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий»;

Попков Юрий Соломонович – доктор технических наук, профессор, академик РАН, директор Института системного анализа Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук»;

Пятков Сергей Григорьевич – доктор физико-математических наук, профессор инженерной школы цифровых технологий ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет».

2.4 Энергетика и электротехника по специальности 2.4.3 Электроэнергетика (технические науки):

Горюнов Владимир Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Электро-снабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»;

Ковалев Владимир Захарович – доктор технических наук, профессор политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Новожилов Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Электроэнергетика» Павлодарского государственного университета им. С. Торайтыгова (Казахстан);

Никитин Константин Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теоретическая и общая электротехника» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»;

Осипов Дмитрий Сергеевич – доктор технических наук, профессор политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Сидоров Олег Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения»;

Сычев Юрий Анатольевич – доктор технических наук, доцент кафедры «Электроэнергетика и электромеханика» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»;

Харламов Виктор Васильевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Электрические машины и общая электротехника» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения».

2.6 Химические технологии, науки о материалах, металлургия по специальности 2.6.17 Материаловедение (технические науки):

Алымов Михаил Иванович – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Директор ФГБУН «Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения (ИСМАН) РАН;

Баев Владимир Константинович – доктор технических наук, главный научный сотрудник ФГБУН Институт теоретической и прикладной механики имени С. А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук;

Гуляев Павел Юрьевич – доктор технических наук, профессор политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Еськов Александр Васильевич – доктор технических наук, профессор, начальник кафедры информационной безопасности ФГКОУ ВО «Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации»;

Клименко Любовь Степановна – доктор химических наук, профессор высшей нефтяной школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Нехорошев Сергей Викторович – доктор технических наук, главный научный сотрудник проблемной научно-исследовательской лаборатории БУ «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»;

Пронин Сергей Петрович – доктор технических наук, профессор кафедры информационных технологий ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»;

Сахаров Юрий Владимирович – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры физической электроники ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР).

5.1 Право по специальности 5.1.4 Уголовно-правовые науки (юридические науки):

Авдеев Вадим Авдеевич – доктор юридических наук, профессор высшей школы права ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Анисимов Валерий Филиппович – доктор юридических наук, профессор высшей школы права ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»;

Козаченко Иван Яковлевич – доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой уголовного права ФГБОУ ВО «Уральский государственный юридический университет»;

Кибальник Алексей Григорьевич – доктор юридических наук, профессор, заведующий кафедрой уголовного права и процесса ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»;

Понятовская Татьяна Григорьевна – доктор юридических наук, профессор, профессор кафедры уголовного права ФГБОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О. Е. Кутафина»;

Рарог Алексей Иванович – доктор юридических наук, профессор, научный руководитель кафедры уголовного права ФГБОУ ВО «Московский государственный юридический университет имени О. Е. Кутафина»;

Сергеев Владимир Анатольевич – доктор юридических наук, профессор, директор Центра прикладного уголовного правосудия, профессор Школы правоохранения и управления юстицией Западного Иллинойского университета;

Шеслер Александр Викторович – доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права ФКОУ ВО «Кузбасский институт Федеральной службы исполнения наказаний», профессор кафедры уголовного права ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС
НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
Science Index 

ISSN 1816-9228 (печатная версия)
ISSN 2078-9114 (электронная версия)
Журнал издается с 2005 года
Журнал включен в РИНЦ

© ФГБОУ ВО «Югорский
государственный университет», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	7
--	---

Алексеев В. И.

Исследование согласованности изменений вейвлетных фазовых характеристик гелиокосмических и климатических переменных и изменений составляющих мирового водного баланса. Часть 3	9
--	---

Кутышкин А. В.

Оценка эффективности функционирования систем обращения с отходами производства и потребления арктических регионов России на основе оболочечного анализа данных	26
--	----

Попов А. В.

Реализация метода структурно-параметрической оптимизации графовых моделей организационно-технических систем	35
--	----

Русанов М. А., Шергин С. Н., Татьянkin В. М.

Повышения качества прогноза посредством методов объединения прогнозов	46
--	----

УГОЛОВНОЕ ПРАВО И КРИМИНОЛОГИЯ	53
--------------------------------------	----

Блашкова Л. Л.

Денонсация Страсбургской Конвенции об уголовной ответственности за коррупцию: изменение российской антикоррупционной политики или вынужденная защита национальных интересов?	55
--	----

Бугаевская Н. В.

Перспективы использования искусственного интеллекта как средства противодействия коррупции в деятельности органов предварительного расследования и суда	63
---	----

Должикова А. Э.

Криминализация невыполнения требований по защите персональных данных	71
--	----

Ларченко А. А.

Лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью по уголовному законодательству государств – участников СНГ	79
--	----

Сумачев А. В.

Судебное толкование уголовно-правовых оценочных понятий	88
---	----

Хиллута В. В.

Интеллектуальный элемент умысла и его толкование	94
--	----

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА	105
-------------------------	-----

Бигун А. Я., Владимиров Л. В.

Нагрев и охлаждение изолированных проводов воздушных линий электропередачи при вариации направления ветра	107
--	-----

Осипов Д. С., Долгих Н. Н., Дюба Е. А.

Анализ несинусоидальных нестационарных режимов электрических сетей на основе вейвлет-преобразования	117
--	-----

Ощепков В. А.

Разработка метода селективного определения отходящей линии и расстояния до места возникновения однофазного замыкания на землю.....	127
---	-----

Сафонов Д. Г.

Разработка системы управления дугогасящим реактором	136
---	-----

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ	143
------------------------------------	-----

Гуляев П. Ю., Мансуров Д. А.

Физико-химия процессов переработки буровых шламов методами СВ-синтеза и механохимической активации.....	145
--	-----

Кузнецова Ю. В., Лях О. В.

Фазовые переходы, структура и свойства твёрдых растворов $V_2 - \Delta ME_{0,02}O_3$	157
--	-----

Мухаметзянов И. Р., Мухаметзянов Г. Ф., Астащенко В. И., Мухаметзянова Г. Ф.

Разработка технологии восстановления рабочей гравюры штампового инструмента	166
--	-----

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ВЕЙВЛЕТНЫХ ФАЗОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЕЛИОКОСМИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕМЕННЫХ И ИЗМЕНЕНИЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ МИРОВОГО ВОДНОГО БАЛАНСА. ЧАСТЬ 3

Алексеев Валерий Иванович

доктор технических наук, профессор,

независимый исследователь

Ханты-Мансийск, Россия

E-mail: alekseev_1941@internet.ru

Актуальность исследования обусловлена необходимостью установления истинных причин и закономерностей изменений гидрометрических характеристик мирового водного баланса в целом и ее составляющих, природных сред на Земле.

Цель исследования: установление закономерностей и причин изменений составляющих мирового водного баланса на Земле: тенденций приращения запасов водных масс, динамики водного баланса Южных морей Европы, Черного моря, динамики уровней Индийского океана, Западного и Центрального Тихого океанов, Восточного Тихого и Атлантического океанов, колебаний уровня Мирового океана, изменений ледовитостей морей, ресурсов рек, водохранилищ, изменчивости уровней морей Северного Ледовитого океана по наблюдениям на прибрежных станциях, изменений баланса масс льдов в ледниковых районах, изменений межсезонных протаиваний в криолитозонах континента.

Объекты исследования: временные ряды гелиокосмических, климатических переменных, гидрометрических характеристик составляющих мирового водного баланса.

Методы исследования: разработанный автором метод взаимодействия наблюдений переменной или переменных с группами задаваемых гелиокосмических и климатических факторов в частотной и временной областях, полученных с использованием вейвлетных преобразований наблюдений с вычислением фазо-частотных и фазо-временных характеристик в равных интервалах времени; сравнительный анализ изменений полученных фазовых характеристик групп переменных с вычислением их матриц согласованностей и построением графиков в частотной и временной областях.

Основные результаты исследования: в наблюдаемых интервалах времени в тенденции периодических изменений запасов водных масс (ледников, подземных вод, озер, водохранилищ) в частотной области наблюдаются значительные отрицательно однонаправленные влияния изменений гелиокосмических и разнонаправленные влияния климатических переменных; на изменения запасов Мирового океана больше влияют разнонаправленные изменения климатических факторов по сравнению с однонаправленными влияниями гелиокосмических; полосы частот изменений запасов водных масс меньше полос частот гелиокосмических факторов, обусловленные влиянием климатических факторов; изменчивость запасов водных масс на Земле существенно и однонаправленно согласована с изменениями испарений, испаряемости и осадков на суше, разнонаправленно с изменениями облачности на континентах. Аналогичные закономерности наблюдаются в изменениях водного баланса Южных морей в Европе, Черного моря, ледовитостей морей, ресурсов рек, водохранилищ на суше, балансов масс льдов в ледниковых районах, межсезонных протаиваниях в криолитозонах континента. В динамике уровней Индийского, Западного и Центрального Тихого, Восточного Тихого и Атлантического, колебаний уровня Мирового океанов наблюдаются существенные разнонаправленные изменения уровней в частотной области на воздействия гелиокосмических переменных с наибольшими влияниями солнечной активности и многолетней солнечной инсоляции, Ар-индекса геомагнитной активности, параметра β – отношения плазменного дав-

ления к магнитному солнечного ветра, изменений озонового слоя в ионосфере, изменений скорости вращения Земли, существенны влияния климатических переменных в частотной области с наибольшими влияниями солнечной радиации, осадков, атмосферных процессов, РТВ. В изменчивости уровней морей Северного Ледовитого океана по наблюдениям на прибрежных станциях характерна значительная разнонаправленность изменений в частотной области влияниями гелиокосмических и климатических факторов, разнонаправленность взаимных согласованностей составляющих уровней морей океана, обусловленные аномальными изменениями магнитного поля Земли в районах Северного полушария. В изменениях фазо-временных характеристик групп факторов наблюдаются решетчатые структуры разно- и однонаправленных изменений переменных, характеризующие цикличность изменений климата на Земле.

Ключевые слова: самоорганизующаяся климатическая система, гелиокосмические и климатические переменные, временные ряды составляющих мирового водного баланса, вейвлетные фазо-частотные и фазо-временные характеристики переменных, матрицы корреляций группы фазовых характеристик

INVESTIGATION OF THE CONSISTENCY OF CHANGES IN THE WAVELET PHASE CHARACTERISTICS OF HELIOCOSMIC AND CLIMATIC VARIABLES AND CHANGES IN THE COMPONENTS OF THE WORD WATER BALANCE. PART 3

Valeriy I. Alekseev

Doctor of Technical Sciences, Professor

Independent Researcher

Khanty-Mansiysk, Russia

E-mail: alekseev_1941@internet.ru

The relevance of research is due to the need to establish the true causes and patterns of changes in the hydrometric characteristics of the global water balance as a whole and its components, natural environments on Earth.

Purpose of research: to establish patterns and causes of changes in the components of the global water balance on Earth: trends in the increase in water mass reserves, dynamics of the water balance of the South Seas of Europe, the Black Sea, dynamics of levels of the Indian Ocean, Western and Central Pacific Ocean, Eastern Pacific and Atlantic Oceans, level fluctuations of the World Ocean, changes in sea ice cover, river resources, reservoirs, variability of sea levels in the Arctic Ocean according to observations at coastal stations, changes in the balance of ice masses in glacial areas, changes in interseasonal thawing in the permafrost zones of the continent.

Objects of research: time series of heliocosmic, climatic variables, hydrometric characteristics of the components of the global water balance.

Methods of research: developed by the author, a method for interaction of observations of a variable or variables with groups of specified heliocosmic and climatic factors in the frequency and time domains, obtained using wavelet transformations of observations with the calculation of phase-frequency and phase-time characteristics in equal time intervals; comparative analysis of changes in the obtained phase characteristics of groups of variables with the calculation of their consistency matrices and the construction of graphs in the frequency and time domains.

Main results of research: in the observed time intervals, in the trend of periodic changes in the reserves of water masses (glaciers, groundwater, lakes, reservoirs) in the frequency domain, significant negative unidirectional influences of changes in heliocosmic and multidirectional influences of climatic variables are observed; changes in the reserves of the World Ocean are more influenced by multidirectional changes in climatic factors compared to the unidirectional influences of heliocosmic factors; the frequency bands of changes in water mass reserves are less than the frequency bands of heliocosmic factors, due to the influence of climatic factors; The variability of water mass reserves on Earth is significantly and unidirectionally consistent with changes in evaporation,

evaporation and precipitation on land, and in different directions with changes in cloudiness on the continents. Similar patterns are observed in changes in the water balance of the South Seas in Europe, the Black Sea, sea ice cover, river resources, reservoirs on land, ice mass balances in glacial areas, and interseasonal thawing in the permafrost zones of the continent. In the dynamics of the levels of the Indian, Western and Central Pacific, Eastern Pacific and Atlantic, fluctuations in the level of the World Ocean, significant multidirectional changes in levels in the frequency domain are observed on the effects of heliocosmic variables with the greatest influences of solar activity and long-term solar insolation, the Ap-index of geomagnetic activity, the parameter β – the ratio of plasma pressure to magnetic solar wind, changes in the ozone layer in the ionosphere, changes in the speed of rotation of the Earth, the influence of climate variables in the frequency domain with the greatest influences of solar radiation, precipitation, atmospheric processes, PTV is significant. The variability of sea levels in the Arctic Ocean, as observed at coastal stations, is characterized by significant multidirectional changes in the frequency domain due to the influence of heliocosmic and climatic factors, multidirectional mutual consistency of the component levels of the ocean seas, caused by anomalous changes in the Earth's magnetic field in areas of the Northern Hemisphere. In changes in the phase-time characteristics of groups of factors, lattice structures of differently and unidirectional changes in variables are observed, characterizing the cyclical nature of climate change on Earth.

Keywords: self-organizing climate system, heliocosmic and climatic variables, time series of world water balance components, wavelet phase-frequency and phase-time characteristics of variables, correlation matrices of the group of phase characteristics

Введение

Статья является продолжением исследований автора по изучению изменчивости мирового водного баланса влияниями гелиокосмических и климатических факторов с использованием вейвлетного фазового анализа. Исследуются: тенденции приращения запасов водных масс по наблюдениям в 1900-1975 годы, динамика водного баланса Южных морей Европы, составляющих водного баланса Черного моря по наблюдениям 1925,2-1995,7 годов, уровней Индийского океана, Западного и Центрального Тихого океана, Восточного Тихого и Атлантического океана, колебаний уровня Мирового океана и их вейвлетные фазовые отклики, изменения ледовитостей морей, ресурсов рек, водохранилищ, изменчивости уровней морей Северного Ледовитого океана по наблюдениям на прибрежных станциях по наблюдениям в 1953,2-2010,7 годы, изменений баланса масс льдов в ледниковых районах, изменений межсезонных протаиваний в криолитозонах континента по наблюдениям в 1948,2-1991,3 годы.

Результаты и обсуждение

Тенденции приращения запасов водных масс по наблюдениям в 1900-1975 гг.

В группу взаимодействующих факторов включены: гелиокосмические: Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan, CH_2 , CO_2 , N_2O ; климатические: Srad1, Srad2, расчетные изменения тепловых и водных ресурсов на суше (испарение (Isparenie), испаряемость (Ispar-most), атмосферные осадки (Osadky)); облачности на территориях Америки, Австралии и Европы, явление El-Nino, TPV, YMO, Temp.global; и составляющие тенденций приращений запасов водных масс: ледников (Prirost_Lednicov), подземных вод (Prirost podzem.vod), озер (Prirost ozer), водохранилищ (Prirost. vodochranilisch) и Мирового океана (Prirost Mirov.ocn) [1].

На рисунке 1 приведены графики изменений вейвлетных фазо-частотных и фазо-временных характеристик группы и откликов составляющих тенденций приращений запасов водных масс на воздействия гелиокосмических и климатических переменных.

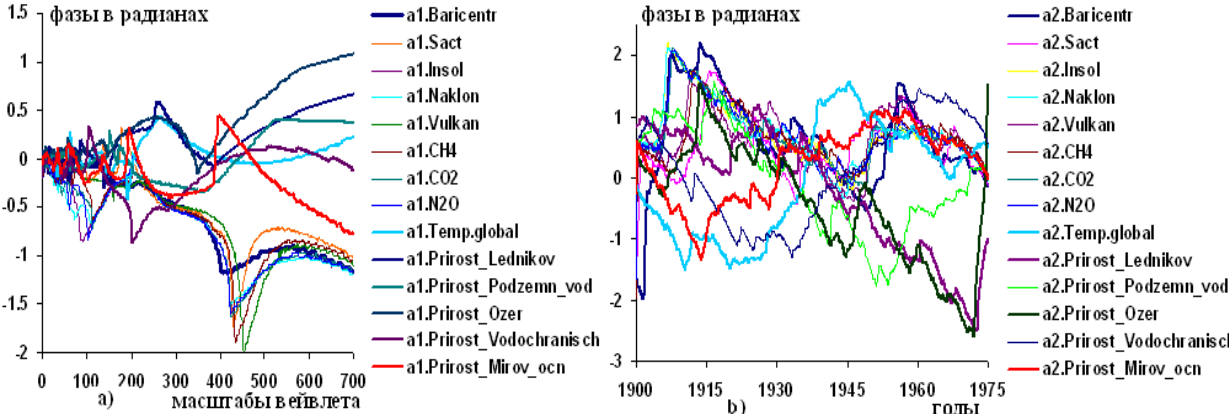


Рисунок 1 – Графики вейвлетных: а) и б) фазо-частотных $\varphi_{f_{ii}}(a, \bar{b})$ и фазо-временных $\varphi_{f_{ii}}(a, b)$ характеристик гелиокосмических (Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan, CH_2 , CO_2 , N_2O), климатической переменной (Temp.global) и тенденций приращений запасов водных масс: ледников, подземных вод, озер, водохранилищ и Мирового океана по наблюдениям в 1900-1975 годы

В работах [2-5] обсуждаются движения, изменения водных масс и их влияния на природные среды. В вейвлетных фазо-частотных и фазо-временных откликах тенденций приращений запасов водных масс на воздействия гелиокосмических и глобальных климатических факторов, представленных на графиках а и б рисунка 1 и в вычисленных матрицах корреляций, обнаруживаются следующие закономерности: 1) Смещенность спектров частотных характеристик тенденций приращений запасов водных масс на Земле и климатических переменных относительно частотных характеристик гелиокосмических переменных и изменений Мирового океана в меньшую сторону, характеризующее изменчивость этой группы влиянием климатических факторов. 2) В фазо-частотной области в изменениях тенденций приращений запасов водных масс на Земле наблюдается сильная однонаправленная согласованность с изменениями гелиокосмических переменных с $k = -0,55$ (0,14) (изменения Мирового океана согласованы с $k = 0,23$ (0,08)); в фазо-временной области изменения этих переменных согласованы с $k = 0,15$ (0,25) (изменения Мирового океана согласованы с $k = -0,52$ (0,34)). 3) Наблюдаются разнонаправленные значительные влияния изменений климатических переменных на изменчивость запасов водных масс с $k = |0,10-0,90|$ в фазо-частотной области и с $k = |0,13-0,86|$ в фазо-временной области; в фазо-частотной области на изменчивость запасов водных масс наибольшее влияние оказывают изменения солнечной радиации, испарений, испаряемости и осадков на суше, облачность территории Австралии, РТВ, явления Эль-Ниньо. 4) Изменчивость запасов водных масс на Земле существенно однонаправленно согласована с изменениями испарений, испаряемости и осадков на суше с $k = -0,61$ (0,12) в фазо-частотной области; (изменения запасов Мирового океана согласованы с $k = 0,26$ (0,08)); в фазо-временной области переменные согласованы разнонаправленно с $k = |0,10-0,69|$. 5) Изменчивость приращений водных масс на Земле разнонаправленно согласована с изменениями облачностей на континентах с $k = |0,04-0,57|$ в фазо-частотной области и с $k = |0,16-0,80|$ в фазо-временной области. 6) На графиках б фазо-временных характеристик рисунка 1 наблюдается направленность изменений тенденций приращений запасов водных масс Мирового океана на Земле изменениями гелиокосмических переменных, отражаемое и в матрице корреляций. 7) В изменениях вейвлетных фазо-временных характеристик переменных на графиках б рисунка 1 наблюдается решетчатая структура, обусловленная изменениями их фазо-частотных характеристик в заданном интервале времени, на которых проявляется разделение переменных на два класса, цикличность и хаотичность изменений запасов водных масс на Земле.

Периодичности изменений водохранилищ и Мирового океана в годах составляют: 27,4, 16,1 (4,8), 10,2 (2,1), 8,4 (1,9), 3,8 (0,8), 1,7 (0,3); при этом колебания уровня Мирового океана происходят с периодами в годах (по наблюдениям в 1862-2010,3 годы): 58,1, 41,5 (8,4), 26,7 (9,2), 17,5 (3,1), 12,9 (1,9), 6,0 (1,3), 3,7 (1,0), 1,9 (0,6).

Динамика водного баланса Южных морей Европы

В группу взаимодействующих факторов и переменных включены: гелиокосмические (Baricentr, Sact, Insol), климатические (Srad1, Srad2, TPO, YMO, E/N, Temp.prizemn), тепловые и водные ресурсы на суше (Isparene, Isparayemost, Osadky) [6], составляющие водного баланса южных морей Европы: Каспийское море (Kaspy), Азовское море (Azov.more), пролив Босфора (pr.Bosfor), Керченский пролив (pr.Kerch), Гибралтарский пролив (pr.Gibraltar) [7]. На рисунке 2 приведены графики изменений вейвлетных фазо-частотных и фазо-временных характеристик группы переменных по наблюдениям в 1947,7-1964,4 годы.

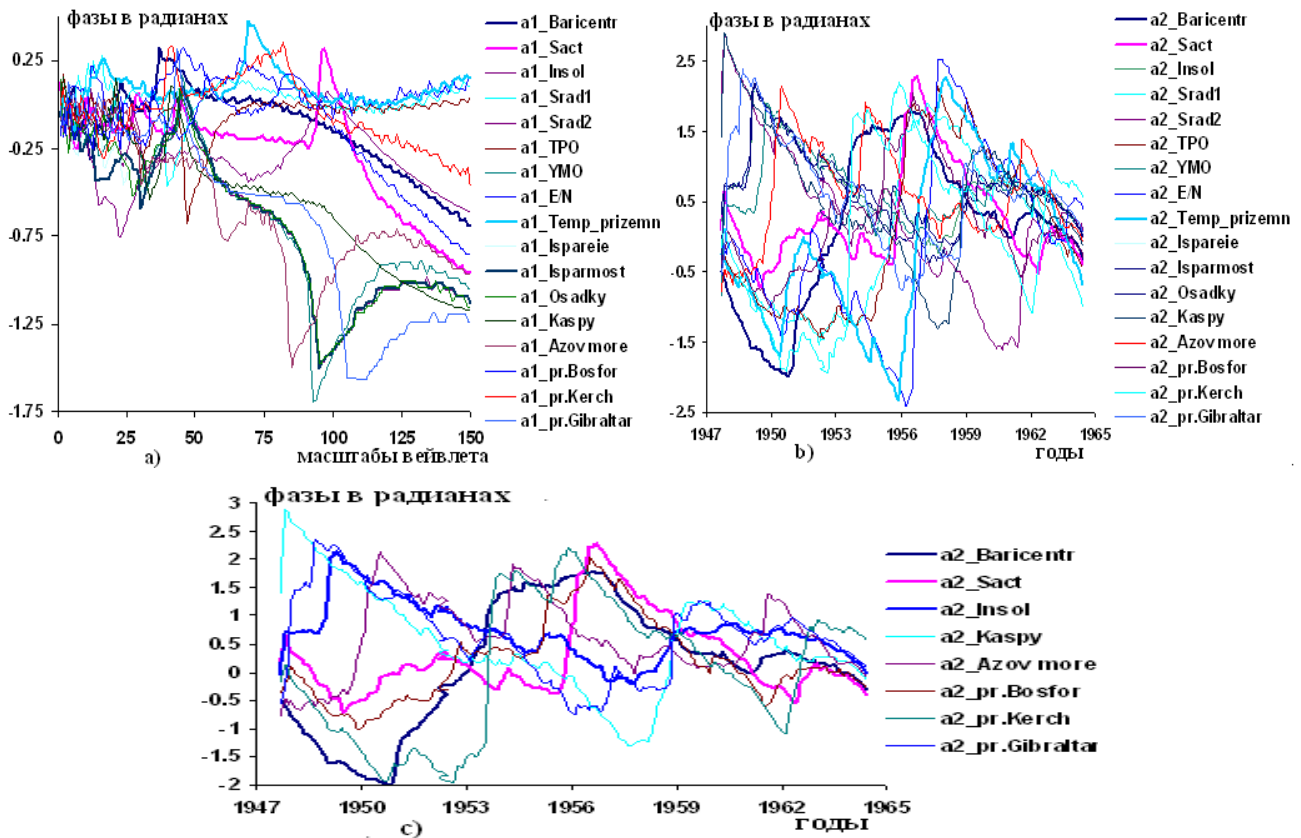


Рисунок 2 – Графики изменений вейвлетных: а) и б) фазо-частотных и фазо-временных характеристик групп взаимодействующих факторов и переменных: гелиокосмических (Baricentr, Sact, Insol), климатических (Srad1, Srad2, TPO, YMO, E/N, Temp.prizemn), тепловых и водных ресурсов на суше (Isparene, Isparayemost, Osadky), составляющих водного баланса южных морей Европы (Kaspy, Azov.more, pr.Bosfor, pr.Kerch, pr.Gibraltar); в) вейвлетных фазо-временных характеристик гелиокосмических переменных и составляющих водного баланса южных морей Европы по наблюдениям в 1947,7-1964,4 годы

В работах [8-12] обсуждаются источники глобальных связей между элементами водного баланса. В откликах составляющих водного баланса южных морей Европы в виде вейвлетных фазо-частотных и фазо-временных характеристик на воздействия гелиокосмических и глобальных климатических переменных по наблюдениям в 1947,7-1964,4 гг. проявляются следующие характеристики: 1) на их изменения сильное влияние оказывают изменения гелиокосмических переменных с $k = 0,68$ (0,17) в фазо-частотной области и с $k = |0,13-0,83|$ разнонаправленно в фазо-временной области; 2) климатические переменные влияют разнонаправленно с $k = |0,09-0,84|$ в фазо-частотной области и с $k = |0,09-0,77|$ в фазо-временной области; при этом существенны влияния уровня Мирового океана (УМО) с $k = |0,33-0,84|$ в фазо-частотной области по сравнению влияний других климатических переменных с $k = |0,09-0,44|$; 3) значительны, с $k = |0,06-0,91|$ и $k = |0,03-0,81|$ взаимные согласованности изменений фазовых характеристик южных морей и проливов Европы; 4) значительны влияния измене-

ний испарений, испаряемости и осадков на суше на однонаправленную изменчивость южных морей Европы с $k = 0,68$ (0,20) в фазо-частотной области и с разнонаправленными изменениями с $k = |0,08-0,81|$ в фазо-временной области; 5) на графиках с рисунка 3 приведены изменения фазо-временных характеристик гелиокосмических переменных, южных морей и проливов Европы, характеризующие взаимосогласованность, направленность и организованность изменений переменных в наблюдаемом интервале времени, ведущими из которых являются изменения гелиокосмических переменных; при этом в спектре периодичностей изменений барицентрических движений Солнца содержатся периоды в годах: 52,2, 38,6, 32,6 (6,2), 19,5 (1,6), 12,7 (3,3), 4,6 (1,0), 2,2 (0,6); в спектре колебаний Каспийского моря: 71,6, 35,3 (2,4), 17,2 (3,3), 11,3 (2,7), 9,3 (1,9), 3,6 (0,70), 2,0 (0,6) в интервале времени 1839-1998,6 годы.

Динамика составляющих водного баланса Черного моря по наблюдениям в 1925,2-1995,7 гг.

В группе взаимодействующих факторов использованы: гелиокосмические (Baricentr, Sact, Insol, Vulkan), климатические: Srad1, srad2, явление Эль-Ниньо (E/N), TPV, YMO, Temp.prizemn и переменные, характеризующие колебание уровня Черного моря [13]: испарения (Isparenie), атмосферные осадки (Atm.osadky), баланс пресных вод (Presn.vody), изменчивости обмена Керченского пролива Kerch.obmen), межгодовые колебания ниже- и верхнебосфорских течений, колебание уровня моря в районе Севастополя (Urov.Chern.more), колебания стока Дуная,

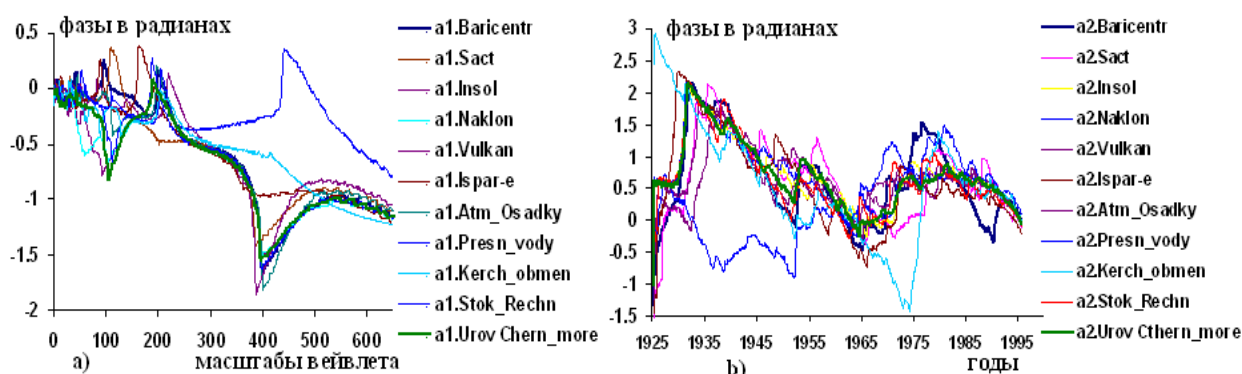


Рисунок 3 – Графики изменений вейвлетных: а) и б) фазо-частотных и фазо-временных характеристик гелиокосмических (Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan), климатических переменных (Isparenie, Atm.osadky) и составляющих водного баланса и уровня Черного моря: Presn.vody, Kerch.obmen, Stok.rechn, Urov.Chern.more по наблюдениям в 1925,2-1995,7 годы

В полученных графиках изменений фазо-частотных и фазо-временных характеристик группы переменных и в вычисленных матрицах согласованностей изменений фазовых характеристик наблюдаются следующие закономерности: 1) значительная согласованность однонаправленных изменений составляющих водного баланса и уровня Черного моря с изменениями гелиокосмических переменных с $k = 0,91$ (0,07) в фазо-частотной области и с $k = 0,68$ (0,24) в фазо-временной области; при этом изменения пресных вод согласованы с $k = 0,12$ (0,02) в фазо-частотной области и с $k = -0,38$ (0,10) в фазо-временной области, характеризующее физические особенности круговорота пресных вод в природе; 2) значительно и разнонаправленно согласованы изменения составляющих водного баланса и уровня Черного моря с изменениями климатических факторов с $k = |0,05-0,83|$ в фазовых областях, при этом наблюдается преимущественные влияния на изменчивость составляющих водного баланса Черного моря уровня YMO, явления Эль-Ниньо (E/N) и солнечной радиации Srad2 в фазо-частотной области; 3) наблюдаются высокие взаимосогласованные изменения составляющих водного баланса и уровня Черного моря с $k = 0,81$ (0,27) и с $k = 0,61$ (0,44) в фазовых областях за исключением изменений пресных вод с $k = 0,31$ (0,32) и с $k = -0,16$ (0,52) в фазовых областях; 4) на графиках а и б рисунка 3 проявляются значительные согласованные изменения гелиокосмических переменных, составляющих водного баланса и уровня Черного моря в

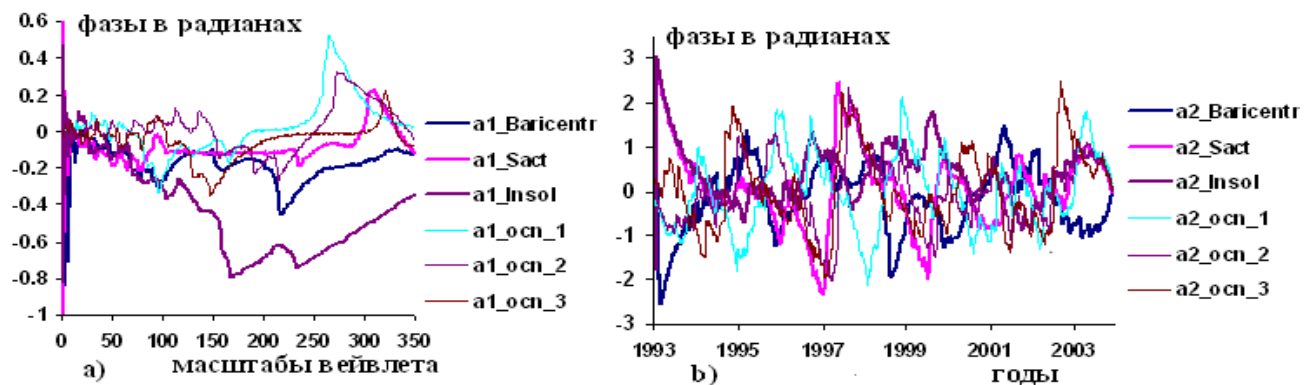
частотных и временных областях в интервале времени 1925,2-1995,7 годы; в частотной и временной областях проявляется отличие отклика составляющей изменений пресных вод Черного моря на воздействия гелиокосмических и климатических факторов, характеризующие особенности изменений пресных вод в природе; по наблюдениям в 1925,2-1973,5 годы установлено, что изменения пресных вод значительно согласованы с изменениями подземных и грунтовых вод с $k = |0,41-0,98|$ в фазо-частотной области и с $k = |0,29-0,73|$ в фазо-временной области; 5) характерно то, что в фазо-частотной области по наблюдениям 1881,8-1961,3 гг. среднегодовые значения стока реки Днестра с $k = -0,37$ (0,07) согласованы с изменениями стоков рек Днепра и Дуная, с $k = 0,34$ (0,09) влияниями гелиокосмических переменных; в фазо-временной области изменения стоков трех рек согласованы с $k = -0,43$ (0,21); характерно и то, что изменения стоков рек разнонаправленны влияниями климатических факторов с $k \approx |0,05-0,35|$ в фазовых областях; взаимосогласованности стоков рек разнонаправленны в фазо-частотной области с $k = |0,05-0,86|$ и с $k = |0,11-0,70|$ в фазо-временной области; 6) по наблюдениям 1945,4-1996,7 гг. колебания ниже- и верхнебосфорского течений, колебания уровней Керченского пролива и Черного моря в фазо-частотной области значительно с $k = 0,81$ (0,15) согласованы с изменениями гелиокосмических переменных, в фазо-временной области с $k = 0,66$ (0,33); эти же переменные согласованы с изменениями климатических факторов с $k = 0,08$ (0,41) в фазо-частотной области и с $k = 0,15$ (0,46) в фазо-временной области; взаимосогласованности изменений составляющих баланса Черного моря в фазо-частотной области составляют $k = 0,57$ (0,54), в фазо-временной области с $k = 0,64$ (0,36), характеризующие главенствующую роль гелиокосмических переменных в колебании уровней составляющих баланса и уровня Черного моря.

Вычислены спектры колебаний Дуная с периодичностями в годах: 27,2, 20,8 (2,6), 14,8 (2,8), 8,4 (1,7), 3,9 (0,7), 2,3 (0,5) по наблюдениям в 1866,1-1981,9 гг. и Черного моря в годах: 86,3, 43,4, 27,1 (4,2), 21,2 (5,0), 17,2 (6,2), 12,7 (2,0), 6,2 (1,7), 3,6 (0,7), 1,7 (0,5) по наблюдениям в 1875,4-2004,4 годы.

Динамики уровней Индийского океана, Западного и Центрального Тихого океанов, Восточного Тихого и Атлантического океанов, колебаний уровня Мирового океана и их вейвлетные фазовые отклики

В группу исследуемых переменных введены изменения переменных: гелиокосмических (Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan, озонового слоя (Ozon) в ионосфере, хода среднегодовых относительных отклонений угловой скорости вращения Земли от эталонной величины (dP_otkl) [14], индекса геомагнитной активности), климатических (Sact1, Sact2, PTV, YMO, E/N, Temp.prizemn, осадков в Австралии [15], количества ежегодных торнадо [16], количества сильных торнадо [17], теплосодержания океана в 700-метровом слое [18]), и океанов: Индийского, Западного и Центрального Тихого (ocn1), Восточного Тихого и Атлантического (ocn2) и Мирового океана (ocn3) [19].

На рисунке 4 приведены графики вейвлетных фазо-частотных и фазо-временных характеристик океанов на воздействия гелиокосмических и глобальных климатических переменных по наблюдениям в 1993,2-2003,9 гг.



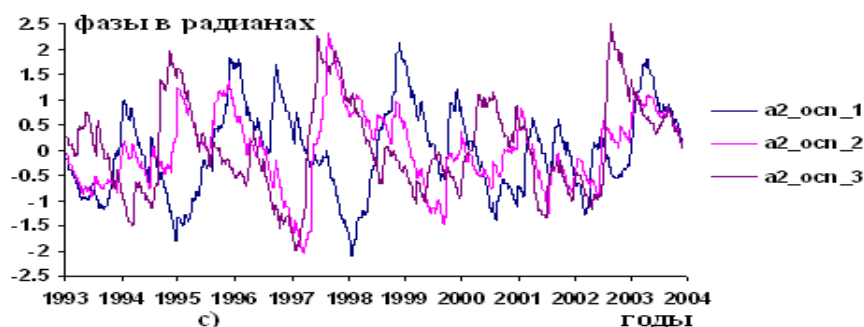


Рисунок 4 – Графики изменений вейвлетных: а) и б) фазо-временных и фазо-частотных характеристик гелиокосмических (Baricentr, Sact, Insol) и уровней океанов: Индийского, Западного и Центрального Тихого (осн_1), Восточного Тихого и Атлантического (осн_2), Мирового (осн_3); с) фазо-временных характеристики океанов: осн_1, осн_2, осн_3 по наблюдениям в 1993-2003,9 гг.

В изменении уровней океанов при их взаимодействии с группами гелиокосмических и климатических факторов наблюдаются следующие закономерности: 1) существенные разнонаправленные изменения уровней океанов в фазо-частотной области на воздействия гелиокосмических переменных с $k = |0,05-0,54|$ с наибольшими влияниями солнечной активности и многолетней солнечной инсоляции [20], Ар-индекса геомагнитной активности [21, 22], параметра β – отношения плазменного давления к магнитному солнечного ветра, изменений озонового слоя в ионосфере и dP_{otkl} ; существенны влияния климатических переменных с $k = |0,09-0,59|$ в частотной области с наибольшими влияниями солнечной радиации, осадков, атмосферных процессов, РТВ, УМО, Е/Н; в фазо-временной области с $k = |0,10-0,46|$ с наибольшим влиянием солнечной активности; 2) изменения уровней океанов в фазо-частотной области значительно и разнонаправленно согласованы с изменениями климатических переменных с $k = |0,07-0,78|$ с наибольшими влияниями солнечной радиации, осадков и интенсивностей торнадо на континентах, РТВ, УМО, Е/Н; в фазо-временной области изменения уровней океанов согласованы с изменениями климатических факторов с $k = |0,10-0,49|$ с наибольшим влиянием солнечной активности; 3) изменения уровней океанов в фазо-частотной области взаимосогласованы с $k=0,27-0,47$ и с $k=|0,09-0,53|$ в фазо-временной области. Полученные результаты показывают, что на изменчивость уровней трех условно введенных океанов, пространственно расположенных на огромных территориях земного шара, оказывают значительные влияния изменчивости гелиокосмических, климатических, геомагнитных факторов, изменчивости атмосферных процессов.

Изменения ледовитостей морей, ресурсов рек, водохранилищ, составляющих мирового водного баланса

В группу взаимодействующих факторов включены: гелиокосмические (Baricentr, Sact, Insol, Vulkan, CH_2 , CO_2 , N_2O), климатические (Srad1, Srad2, ТРО, УМО, Е/Н, Temp.prizemn) переменные, изменения количества землетрясений на Земле [23] и изменения составляющих водного баланса: ледовитостей Татарского пролива и Охотского моря, ресурсов Волги [24, 25], притоков Байкала, уровня Братского водохранилища [26, 27], обобщенного уровня Мирового океана [28].

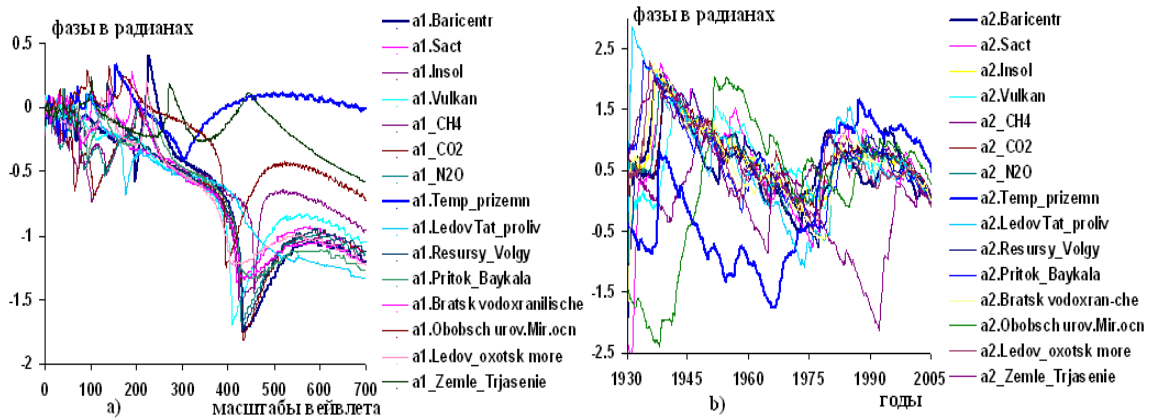


Рисунок 5 – Графики изменений вейвлетных: а) и б) фазо-частотных и фазо-временных характеристик гелиокосмических (Baricentr, Sact, Insol, Vulkan, CH_4 , CO_2 , N_2O), климатической приземной температуры (Temp.prizemn) и составляющих водного баланса: ледовитостей Татарского пролива (Ledov Tat.proliv) и Охотского моря (Ledov oxotsk more), ресурсов Волги (Resursy Volgy), притоков Байкала (Pritok Baykala), уровня Братского водохранилища (Bratsk vodoxranilische), обобщенного уровня Мирового океана (Obobsch urov.Mir.ocn) по наблюдениям за переменными в 1930,2-2005,4 гг.

На графиках а и б рисунка 5 откликов составляющих водного баланса: ледовитостей Татарского пролива и Охотского моря, ресурсов Волги, притоков Байкала, уровня Братского водохранилища, обобщенного уровня Мирового океана на воздействия гелиокосмических и климатических переменных, представленных в вейвлетных частотной и временной областях и на матрицах корреляций этих откликов, проявляются следующие закономерности: 1) наблюдается компактная область расположения частотных характеристик гелиокосмических переменных и составляющих водного баланса на воздействия гелиокосмических и климатических переменных на высоких периодах их изменений. 2) Изменения составляющих водного баланса: однонаправленно и значительно, с $k = 0,90$ (0,6) в частотной области согласованы с изменениями гелиокосмических переменных; во временной области согласованы разнонаправленно, с $k = 0,36$ (0,44); 3) с изменениями тектонических процессов, динамикой землетрясений на Земле, с $k = 0,28$ (0,08) в частотной области и с $k = 0,24$ (0,34) во временной области; 3) составляющие водного баланса существенно и разнонаправлены согласованы с изменениями климатических переменных с $k = |0,05-0,81|$ в частотной области с наибольшими влияниями E/N, YMO, Srad2 (разности радиации [29], приходящей в экваториальную и полярные области Земли): во временной области с $k = |0,05-0,68|$ с наибольшими влияниями Srad1, TPO, YMO; 4) изменения составляющих водного баланса значительно и однонаправленно с $k = 0,91$ (0,07) взаимосогласованы в частотной области и разнонаправленно с $k = 0,27$ (0,68) в фазо-временной области; 5) на графиках б рисунка 5 фазо-временных характеристик переменных наблюдаются согласованные изменения составляющих водного баланса и гелиокосмических переменных в наблюдаемом интервале времени, в 1930,2-2005,4 годы, характеризующее существование единой движущей силы, гелиокосмических переменных, ведущим из которых являются барицентрические движения Солнца с $k = 0,87-0,95$ в фазо-частотной области. На графиках наблюдаются изменения количества землетрясений и обобщенного уровня мирового океана, которые в некоторых интервалах времени отличаются от изменений переменных “в среднем”, характеризующие отличия в условиях изменений переменных, изменений силы влияний взаимодействующих переменных; на графиках и в матрицах корреляций фазовых характеристик наблюдаются изменения всех переменных за изменениями барицентрических движений Солнца.

Спектры периодичностей изменений барицентрических движений Солнца в годах составляют: 46,7, 20,1, 14,3 (3,3), 9,0 (1,9), 4,7 (1,1), 2,1 (0,5); уровня Братского водохранилища: 48,6, 24,3, 15,6 (2,0), 10,7 (2,8), 4,0 (1,1), 2,1 (0,5) по наблюдениям 1930,2-2005,5 гг.; наблюда-

ется приближенное совпадение периодов колебаний барицентрических движений Солнца и Братского водохранилища.

Изменчивости уровней морей Северного Ледовитого океана по наблюдениям на прибрежных станциях по наблюдениям в 1953,2-2010,7 годы

В группе гелиокосмических переменных анализированы кривые: Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan, концентрации озона в ионосфере (Aroza); в группе климатических переменных кривые: E/N, Srad1, Srad2, TPV, YMO, Temp. prizemn (глобальной температуры), температуры в Арктике; использованы данные измерений уровней морей (в скобках указаны станции, на которых велись регулярные измерения) [30, 31]: Гренландского (Баренбург), Норвежского (Олесунн), Баренцева (Мурманск), Карского (Усть-Кара, О. Диксон, О-ва Известий ЦИК, ГМО им. Г.К. Федорова), Лаптевых (О-ва Дунай, О. Котельный, Пр. Санникова), Восточно-Сибирского (Певек); использован график изменения магнитного поля Земли [22].

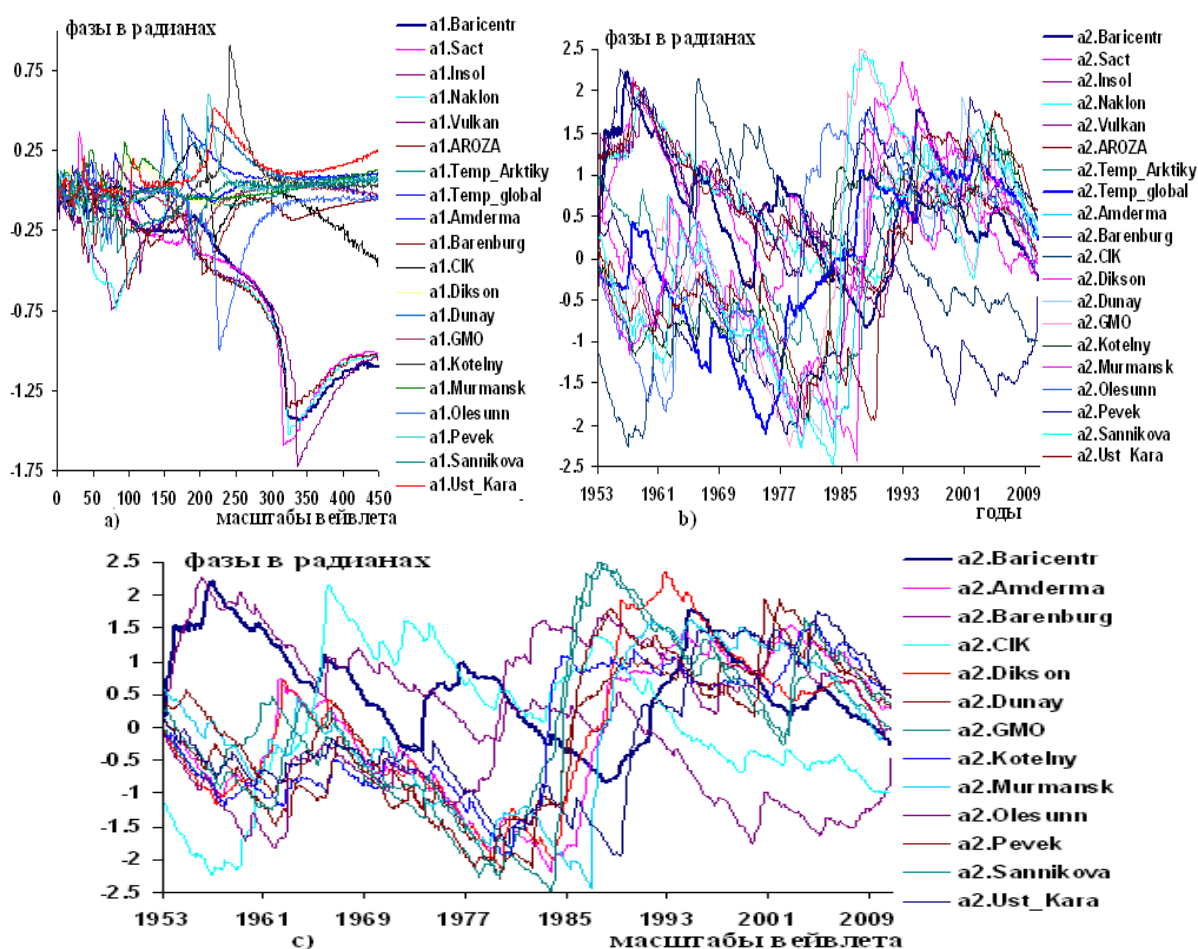


Рисунок 6 – Графики вейвлетных: а) и б) фазо-частотных и фазо-временных характеристик гелиокосмических (Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan, Aroza), климатических (Temp.Arktiky, Temp.global) и составляющих уровней Северного Ледовитого океана по данным измерений в прибрежных станциях океана: Amderma, Barenburg, CIK, Dikson, Dunay, GMO, Kotelny, Murmansk, Olesunn, Pevek, Sannikova, Ust Kara; в) вейвлетные фазовые характеристики барицентрических движений Солнца (Baricentr) и составляющих уровней Северного Ледовитого океана по данным измерений в прибрежных станциях океана по наблюдениям в 1953,2-2010,7 гг.

На графиках рисунка 6 и в матрицах корреляций фазовых характеристик переменных наблюдаются следующие закономерности: 1) разделение частотных характеристик группы на подгруппы: а) гелиокосмических и б) климатических и составляющих уровней Ледовитого океана; смещенность частотных характеристик гелиокосмических переменных относительно климатических и составляющих уровней Ледовитого океана в правую сторону роста масштабов вейвлета (роста периодов изменений переменных); 2) характерна разнонаправленность из-

менений фазо-частотных характеристик климатических переменных и составляющих уровней Ледовитого океана в точках наблюдений как влияниями гелиокосмических факторов с $k = [0,05-0,57]$, так и влияниями климатических с $k = [0,03-0,59]$, влиянием магнитного поля Земли с $k = [0,03-0,37]$; разнонаправленность взаимных согласованностей составляющих уровней Ледовитого океана с $k = [0,03-0,78]$, характеризующие, что в изменении уровня Северного Ледовитого океана почти в равных мерах участвуют два фактора: гелиокосмический и климатический, изменения которых разнонаправленно согласованы с $k = [0,10-0,94]$ в фазо-частотной области; 3) разнонаправленность изменений фазо-частотных характеристик уровня Ледовитого океана в разных точках наблюдений является характеристикой существенных природно-климатических отличий, имеющих место в пунктах наблюдений, аномалии магнитного поля Земли в Северном полушарии; 4) на графиках с рисунка 6 фазо-временных характеристик барицентрических движений Солнца и составляющих уровней Ледовитого океана отражаются согласованности циклических изменений группы в интервале наблюдений, интервалы согласованных убываний и ростов переменных (решетчатая структура), следующих за изменениями барицентрических движений Солнца с периодами в годах: 23,6. 20,6, 13,8 (4,3), 7,9 (0,7), 4,3 (1,3), 2,6 (0,5).

Вейвлетный анализ изменений баланса масс льдов в ледниковых районах

Исследованы изменения групп факторов: гелиокосмические (Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan, CO_2 , CH_2 , N_2O), климатические (Srad1, Srad2, TPV, YMO, E/N, Temp.global) и их влияния на изменчивость балансовых масс ледников [32-34]: массы льдов в Антарктике [35], суммарного баланса морских льдов в Северном полушарии, балансов ледников: Джанкуата, Шпицбергена, Кавказа, Альп, Аляски, Брёггера Восточного, Ловена Среднего.

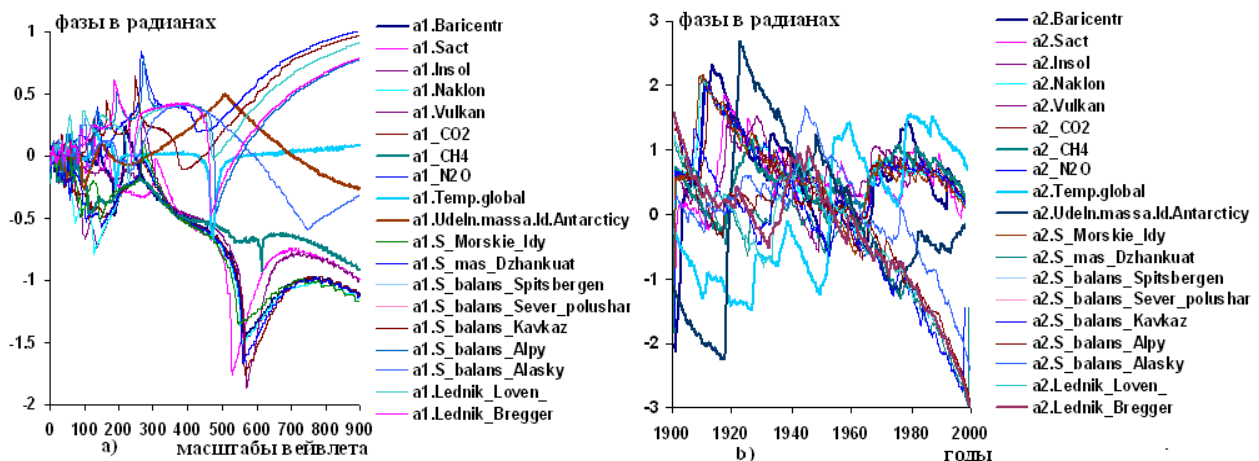


Рисунок 7 – Графики изменений вейвлетных: а) и б) фазо-частотных и фазо-временных характеристик гелиокосмических переменных (Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan, CO_2 , CH_2 , N_2O) климатической переменной Temp.global и балансов масс льдов в ледниковых районах: удельной массы льдов в Антарктике (Udeln.mass.a.Id.Antarctiky), суммарного баланса морских льдов в Северном полушарии (S.mass.Sever.polushar), балансов ледников: Джангитая (mass.Dzhankuat), Шпицбергена (balans.Spitsberger), Кавказа (balans.Kavkaz), Альп (balans.Alpy), Аляски (balans.Alasky) Ловена Среднего (Lednik.Loven), Бреггера Восточного (Lednik.Bregger) по наблюдениям в 1900,8-1999,6 гг.

Во взаимодействии гелиокосмических, климатических переменных и массивов ледников в Антарктике, морских льдов в Северном полушарии, Кавказа, Альп и Аляски в наблюдаемом интервале времени, представленных на графиках рисунка 7, наблюдаются закономерности: 1) на графиках фазо-частотных характеристик переменных рисунка наблюдается разделение группы на две подгруппы, в первой находятся изменения гелиокосмических переменных, массивов морских льдов, льдов Северного полушария и Антарктики, во второй, – изменения балансов масс ледников Кавказа, Альп, Шпицбергена, Алатау, смещенных друг от друга по спектрам частот и направленностям изменений по фазе; 2) в частотной области наблюдается

разнонаправленная согласованность изменений массивов ледников в ледниковых районах с $k = \sim |0,06-0,95|$ с изменениями гелиокосмических и с $k = \sim |0,06-0,84|$ с изменениями климатических переменных; 3) во временной области это проявляется в разнонаправленных сходящихся в изменениях графиков в интервале времени 1940-1960 гг. с последующим их расхождением после 1960 года, характеризующее начало глобального потепления в современности; при этом изменения составляющих первой подгруппы, глобальной температуры и морских льдов находятся в фазе роста, изменения балансов масс ледников в ледниковых районах в фазе убывания; изменения удельной массы льдов в Антарктике происходят синхронно с изменениями барицентрических движения Солнца до 1967 года, с 1977 года наблюдается положительная фаза роста удельной массы льдов в Антарктике с флуктуациями; 4) на графиках проявляется весьма высокая чувствительность изменений балансов масс ледников к изменениям к действующим факторам, к изменениям температурных переменных и можно утверждать, что графики на рисунке 7 являются моделью изменений климата на Земле в наблюдаемом интервале времени в современности.

Спектр колебаний площади морских льдов состоит из составляющих: 85,4, 42,4, 27,8 (6,4), 17,6 (4,2), 11,8 (3,0), 8,2 (1,4), 4,3 (1,0), 2,2 (0,4) лет по наблюдениям в 1870-1999,9 годы.

Вейвлетный анализ изменений межсезонных протаиваний в криолитозонах континентов по наблюдениям в 1948,2-1991,3 гг.

В группе исследуются взаимодействия гелиокосмических (Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan, CO_2 , OCO_Aroza) и климатических переменных (Srad1, Srad2, El_Nino, YMO, TPV, Temp.global) с некоторыми примерами межсезонных оттаиваний грунтов в криолитозонах континента: мощности сезонно-мерзлотного слоя (СМС) на метеостанции Тобольска (SMS.Tobolsk), на 10 метеостанциях Западной Сибири (SMS.Zap.Sibiry), мощности мерзлых толщ в районе перевала Жусалы-кезен, хребта Заилийский Алатау (Merzl.porod.Alatay) и мерзлот в Якутии (Merzlotty. Yakutia) [36], магнитного поля Земли (M.pole.Zemly) [37], индекса геомагнитной активности АА (Ind.AA.geomagn) [37], солнечного ветра (Sunn.Veter) [39].

На графиках рисунка 8 представлены изменения вейвлетных фазовых характеристик групп взаимодействующих переменных.

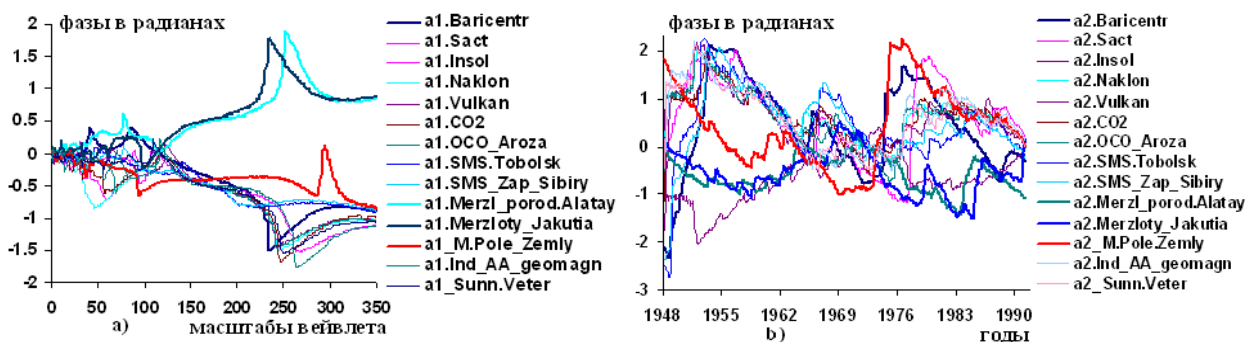


Рисунок 8 – Графики изменений вейвлетных: а) и б) фазо-частотных и фазо-временных характеристик гелиокосмических (Baricentr, Sact, Insol, Naklon, Vulkan, CO_2 , OCO_Aroza) и некоторых составляющих межсезонных оттаиваний грунтов в криолитозонах континента: мощности сезонно-мерзлотного слоя (СМС) на метеостанции Тобольск (SMS.Tobolsk), на 10 метеостанциях Западной Сибири (SMS.Zap.Sibiry), мощности мерзлых толщ в районе перевала Жусалы-кезен, хребта Заилийский Алатау (Merzl.porod.Alatay) и мерзлот в Якутии (Merzlotty. Yakutia), магнитного поля Земли (M.pole.Zemly), индекса геомагнитной активности АА (Ind.AA.geomagn), солнечного ветра (Sunn.Veter)

Гидрологические, экологические, криосферные особенности изменений климата в арктической зоне обсуждаются в работах [40-42].

В изменениях составляющих межсезонных оттаиваний грунтов в криолитозонах континента, откликах на воздействия гелиокосмических и климатических факторов, наблюдаются закономерности: 1) отклики группы составляющих межсезонных оттаиваний грунтов в крио-

литозонах континента на воздействия гелиокосмических и климатических факторов представляются двумя подгруппами, изменяющихся в противофазах; в первую подгруппу входят изменения мощности СМС грунтов на метеостанциях Тобольска и Западной Сибири, во вторую подгруппу входят мощности СМС грунтов хребта Заилийского Алатау и мерзлот грунтов в Якутии; 2) Изменения составляющих подгрупп согласованы с изменениями гелиокосмических переменных с $k_1 = 0,83 (0,06)$ и $k_2 = -0,90 (0,05)$ в фазо-частотной области и с $k_1 = 0,36 (0,35)$ и $k_2 = -0,30 (0,33)$ в фазо-временной области; 3) Изменения подгрупп согласованы с изменениями климатических переменных с $k_1 = |0,02-0,84|$ и $k_2 = |0,06-0,93|$ в фазо-частотной области с наибольшими влияниями переменных S_{rad2} , E/N , YMO и с $k_1 = |0,05-0,36|$ и $k_2 = |0,01-0,53|$ в фазо-временной области; 4) Изменения подгрупп криолитических переменных значительно взаимосогласованы с $k_1 = |0,75-0,98|$ в фазо-частотной области, характеризующее, что изменения переменных на действующие факторы происходят посредством изменений элементного и структурного составов переменных [35], с последующим изменением их частотных составов; 5) на графиках фазовых характеристик группы переменных рисунка 8 наблюдается разнонаправленность изменений переменных по фазе, полученных в пунктах наблюдений в Тобольске (SMS.Tobolsk) и Западной Сибири (SMS. Zap.Sibiry) и кривых СМС, полученных на метеостанциях Заилийского Алатау (Alatay) и Якутии (Jakutia); аналогичные результаты получены при анализе кривых индекса протаивания и толщины сезонно-талого слоя за 1972-1999 гг. на Надымском стационаре для естественных и нарушенных грунтов [36], характеризующие значительную зависимость толщины сезонных протаиваний вечномёрзлых грунтов влияниями климатических и гелиокосмических переменных, зависящих от их физических характеристик; 6) наблюдается значительная и разнонаправленная изменчивость индекса протаивания и толщины сезонно-талого слоя с $k = |0,04-0,93|$ в частотной и временной областях в пунктах наблюдений, согласованные с изменениями магнитного поля Земли и солнечного ветра.

Спектр периодических изменений мощности СМС в Западной Сибири по наблюдениям в 1948,2-1991,3 годы состоит из составляющих: 38,6, 27,4, 13,8, 12,9, 8,2 (1,5), 3,2 (0,5), 2,3 (0,5) лет.

Заключение и выводы

В работе анализ изменчивости гидрометрических характеристик мирового водного баланса производится с использованием вейвлетного фазового метода, состоящего из последовательности действий: а) выбор составов групп анализируемых (гелиокосмических и климатических переменных); б) вычисление фазо-частотных и фазо-временных характеристик групп переменных в равных интервалах времени с выбранным комплексным вейвлетом и масштабом вейвлета; в) построение графиков вейвлетных характеристик групп переменных в двух системах координат; г) вычисление двух матриц корреляций групп переменных (мер согласованностей изменений групп графиков вейвлетных характеристик в наблюдаемом интервале времени), позволяющие установить закономерности изменений гидрологических характеристик водного баланса, климата на Земле.

Выявлены следующие закономерности:

1. В изменении гидрометрических характеристик Мирового водного баланса, определяющих климат на Земле, участвуют две группы факторов: гелиокосмические (барицентрические движения Солнца, солнечная активность, солнечная инсоляция, элементы орбиты Земли, вулканические извержения, концентрация озонового слоя в ионосфере, парниковые газы в атмосфере, характеристики солнечно-земных связей, электромагнитные характеристики Земли) и климатические (солнечная радиация, испарения и испаряемости водных масс и земной поверхности, атмосферные процессы, уровень мирового океана, явление Эль-Ниньо и др.), обусловленные изменениями гелиокосмических переменных, ведущим из которых являются барицентрические движения Солнца.

2. На графиках изменений фазо-частотных характеристик гелиокосмических, климатических и составляющих гидрометрических параметров Мирового водного баланса наблюда-

ется смещенность полос частот климатических переменных и составляющих гидрометрических параметров Мирового водного баланса в меньшую сторону относительно полос частот гелиокосмических переменных.

3. Доли и направленности влияний гелиокосмических и климатических переменных на изменения составляющих гидрометрических параметров Мирового водного баланса определяются физическими характеристиками составляющих водного баланса, полноты учета действующих факторов и временного интервала наблюдений. При этом наблюдается преимущественная однонаправленность изменений частотных характеристик составляющих водного баланса на воздействия гелиокосмических факторов и их разнонаправленная изменчивость влияниями климатических переменных.

4. На графиках фазо-временных характеристик групп переменных отображаются решетчатые структуры расходящихся и сходящихся или однонаправленных изменений переменных, обусловленные изменениями фазо-частотных характеристик групп переменных, отображающие изменчивость и периодичность изменений составляющих Мирового водного баланса, климата на Земле.

5. В тенденции приращений запасов Мирового океана, балансов и уровней Южных морей Европы, Каспийского и Черного морей значительны согласованности изменений переменных с изменениями гелиокосмических переменных, уровня Мирового океана и явления Эль-Ниньо в частотной области.

6. В разнонаправленных изменениях уровней Индийского океана, Западного и Центрального Тихого океанов, Восточного Тихого и Атлантического океанов, колебаний уровня Мирового океана значительны вклады изменений гелиокосмических и климатических переменных с наибольшими влияниями солнечной активности, геомагнитных процессов, теплового разогрева океана по глубине, осадков, явления Эль-Ниньо.

7. Изменения ледовитостей Татарского пролива и Охотского моря, ресурсы Волги и притоков Байкала, уровня Братского водохранилища и обобщенного уровня Мирового океана в фазо-частотной области существенно согласованы с наибольшими влияниями гелиокосмических переменных, солнечной радиации S_{rad2} (разности радиации, приходящей в экваториальную и полярные области Земли), уровня и разогревности Мирового океана, явления Эль-Ниньо.

8. В изменчивости уровней морей Северного Ледовитого океана по наблюдениям в прибрежных пунктах, расположенных в береговой зоне Российской Арктики, в фазо-частотной области наблюдается характерная разнонаправленная и существенная согласованность изменений уровней морей Ледовитого океана с изменениями гелиокосмических и климатических переменных примерно в равных долях, неравномерное влияние изменений магнитного поля Земли в частотной области.

9. На графиках изменений фазо-временных характеристик балансов масс ледников в ледниковых районах, гелиокосмических переменных и глобальной приземной температуры наблюдаются переходные процессы подготовки и начала глобального потепления в современности примерно с 1960 годов.

10. Межсезонные протаивания грунтов в криолитозонах континента происходят влияниями двух факторов: гелиокосмических, включая геомагнитные вариации и солнечного ветра, и климатических с преимущественным и интенсивным влиянием первых; наблюдается разнонаправленность и изменение интенсивности протаиваний грунтов в зависимости от их физических состояний.

Литература

1. Клиге, Р. К. Изменения мирового водного баланса / Р. К. Клиге, Л. С. Евсеева. – Текст : непосредственный // Современные глобальные изменения природной среды : в 2-х т. / под ред. Н. С. Касимова, Р. К. Клиге. – М. : Научный мир, 2006. – Т. 1. – С. 269–278.

2. Influence of Water Masses on the Biodiversity and Biogeography of Deep-Sea Benthic Ecosystems in the North Atlantic / Puerta P., Johnson C., Carreiro-Silva M., Henry L.A., Kenchington E., Morato T., Kazanidis G., Rueda J.L., Urra J., Ross S., Wei C. L., González-Irusta J. M., Arnaud-Haond S., Orejas C. // Published in *Frontiers in Marine Science*. 2020. – URL : <https://www.semanticscholar.org/paper/Influence-of-Water-Masses-on-the-Biodiversity-and-Puerta-Johnson/72674ba572f0335c2a69a1053df1e11e78409aa7> (data of application: 10.03.2022).
3. Impact of Stomatal Density and Morphology on Water-Use Efficiency in a Changing World / Bertolino L. T., Caine R. S., Gray J. E. // *Frontiers in Plant Science*. 2019. – URL : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2019.00225/full> (data of application: 10.03.2022).
4. Rare Atmospheric River Caused Record Floods across the Middle East. /Dezfuli A., More V. // *Bulletin of the American Meteorological Society*. 2019. V.101. № 4, pp. 394–400.
5. Climate impact on surface and groundwater in North Africa: a global synthesis of findings and recommendations. / Hamed Y., Hadji R., Redhaounia B., Zighmi K., Bâali F., Gayar A.E. // *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*. 2018. V. 3. № 25. – URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Climate-impact-on-surface-and-groundwater-in-North-Hamed-Hadji/2148a794fb7e59334a1e51af5820808e476eb5a3> (data of application: 10.03.2022).
6. Клиге, Р. К. Изменения мирового водного баланса / Р. К. Клиге, Л. С. Евсеева. – Текст : непосредственный // *Современные глобальные изменения природной среды : в 2-х т. / под ред. Н. С. Касимова, Р. К. Клиге.* – М. : Научный мир, 2006. – Т. 1. – С. 246–269..
7. Клиге, Р. К. Изменения мирового водного баланса / Р. К. Клиге, Л. С. Евсеева. – Текст : непосредственный // *Современные глобальные изменения природной среды : в 2-х т. / под ред. Н. С. Касимова, Р. К. Клиге.* – М. : Научный мир, 2006. – Т. 1. – С. 233–245.
8. The Balance and Abnormal Increase of Global Ocean Mass Change From Land Using GRACE / Jin T., Li X., Shum C.K., Ding H., Xu X. // *Earth and Space Science*. 2020. V. 4. № 5. – URL : <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Balance-and-Abnormal-Increase-of-Global-Ocean-Jin-Li/122462da41499b00e48389c267d76ad065cbe9b5> (data of application: 10.03.2022).
9. Driving forces of land surface temperature anomalous changes in North America in 2002–2018. / Yan Y., Mao K., Shi J., Piao S., Shen X., Dozier J., Liu Y., Ren H., Bao Q. // *Scientific Reports*. 2020. V. 10, № 6931. – URL : https://www.researchgate.net/publication/340901679_Driving_forces_of_land_surface_temperature_anomalous_changes_in_North_America_in_2002-2018 (data of application: 10.03.2022).
10. Vulnerability of the Caspian Sea shoreline to changes in hydrology and climate to cite this article / Akbari M., Baubekova A., Roozbahani A., Gafurov A., Shiklomanov A., Rasouli K., Ivkina N., Kløve B., Haghighi A. T. // *Environmental Research Letters*. 2020. V. 15. № 11. – URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abaad8> (data of application: 10.03.2022).
11. Geyer W.R. Where the Rivers Meet the Sea.Wood hole Oceanographic Instituton. 2019. – URL: <https://www.whoi.edu/oceanus/feature/where-the-rivers-meet-the-sea> (data of application: 10.03.2022).
12. Ocean Acidification and Other Ocean Changes // *Climate Science Special report*. 2017 URL.: <https://science2017.globachange.gov> (data of application: 10.03.2022).
13. Горячкин, Ю.Н. Уровень Черного моря: прошлое, настоящее и будущее / Ю. Н. Горячкин, В. А. Иванов ; под ред. В.Н. Еремеева. – Текст : непосредственный // *Национальная Академия Наук Украины, Морской гидрофизический институт.* – Севастополь, 2006. – 210 с.
14. Sidorenkov N.S. The interaction between Earth’s rotation and geophysical processes. – Weinheim. WILEY-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, 2009. – 317 p.
15. Australian climate variability & change. 2020. – URL: <http://www.bom.gov.au/climate/change/#tabs=Tracker&tracker=timeseries> (data of application: 10.03.2022).
16. Tornado Graphs.2019. URL:<https://www.wether.gov./gld/tornado-tornadographs> (data of application: 10.03.2022).
17. Perry M. J. Inconvenient weather fact for Earth Day: the frequency of violent tornadoes fell to record low in 2018. 2019. – URL:<https://www.aei.org/carpe-diem/inconvenient-weather-factfor-earth-dey-the-frequency-of-violent-tornadoes-fell-to-record-low-in-2018/> (data of application: 10.03.2022).

18. Time series of global annual ocean heat content (1022 J for the 0-700 m). 2020. – URL: https://www.researchgate.net/publication/351150611-Time-series-of-global-annual-ocean-heat-content-1022-J-for-the-0-700-m-layer-black_fig4_242655361/download (data of application: 10.03.2022).
19. Когда начался “глобальный энергетический скачок”? 2018. URL: <https://studfile.net/preview/7011506/page:19/> (data of application: 10.03.2022).
20. Федоров, В. М. Вариации инсоляции Земли и особенности их учета в физико-математических моделях климата / В. М. Федоров. – Текст : непосредственный // Успехи физических наук. – 2019. – Т. 189, № 1. – С. 33–46.
21. Зотов, О. Д. Влияние параметра β солнечного ветра на статистические характеристики A_p -индекса в цикле солнечной активности / О. Д. Зотов. – Текст : непосредственный // Солнечно-земная физика. – 2019. – Т. 5, № 4. – С. 55–63.
22. The Earth's Magnetic Field: An Overview. British Geological Survey. 2020. URL: www.geomag.bgs.ac.uk/education/earthmag.html (data of application: 10.03.2022).
23. Хаин, В. Е., Цикличность геодинамических процессов: ее возможная природа / В. Е. Хаин, Э. Н. Халилов. – М. : Научный мир, 2009. – 520 с. – Текст : непосредственный.
24. Межгодовая динамика аномалий ледовитости Татарского пролива с 1882 по 2018 г. / В. М. Пищалькин, Д. В. Дорофеева, И. Г. Минервин, И. В. Шумилов, И. В. Никулина. – Текст : непосредственный // Известия ТИНРО (Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр). – 2019. – Т. 196. – С. 114–122.
25. Шикломанов, А. Гидрологические изменения в Северной Евразии: современные тенденции и оценки на будущее. 2016 / А. Шикломанов. – Текст : электронный. – URL : http://www.scert.ru/enviromis/2016/presentation/Presentation/Conference/Session_1/Invited_lectures/3-Shiklomanov.pdf (data of application: 10.03.2022).
26. Особенности временной изменчивости притока к озеру Байкал и водохранилищам Ангарского каскада ГЭС / М. В. Болгов, Е. А. Коробкина, И. А. Филиппова // Водное хозяйство России. 2018. № 4. С. 6–19.
27. Риски маловодных и многоводных периодов для озера Байкал / В. М. Никитин, Н. В. Абасов, Т. В. Бережных, Е. Н. Осипчук. – Текст : непосредственный // География и природные ресурсы. – 2016. – № 5. – С. 29–38.
28. Роль эндогенного фактора в изменении уровня мирового океана за последние 140 лет / В. В. Орленок. – Текст : непосредственный // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2009. – № 1. – С. 8–17.
29. Fedorov V. M. Trends of the changes in sea ice extent in the northern hemisphere and their causes. / Kriosphera Zemli. 2015. Vol. XIX. № 3, pp. 46–57.
30. Global Linkages – A graphic look at the changing Arctic. / Schoolmeester T., Altham B., Elaine Baker E., Kurvits T., Fabres J. // UN Environment and GRID-Arendal, 2019. – URL : https://www.researchgate.net/publication/341205527_Global_Linkages_-_A_graphic_look_at_the_changing_Arctic/link/5eb3eb5e92851cbf7fadcf0/download (data of application: 10.03.2022).
31. Тенденции многолетней изменчивости уровня моря на прибрежных станциях Северного Ледовитого океана / В. А. Меркулов, И. М. Ашик, Л. А. Тимохов. – Текст : непосредственный // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2017. – № 3 (113). – С. 51–66.
32. Вековые тенденции в ледовых ресурсах Шпицбергена / В. М. Федоров, Б. Р. Мавлюдов, Л. М. Саватюгин. – Текст : непосредственный // Водные ресурсы. – 2017. – Т. 44, № 2. – С. 139–146.
33. Анализ изменений ледовых ресурсов Центрального Кавказа / В. М. Федоров, А. М. Залиханов. – Текст : непосредственный // Труды Карадакской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника Российской академии наук. – 2018. – Вып. 3 (7). – С. 68–83.
34. Федоров, В. М. Прогноз изменения общего баланса ледяной массы в северных районах Северного полушария / В. М. Федоров. – Текст : непосредственный // Криосфера Земли. – 2018. – Т. 22, № 4. – С. 55–64.

35. Antarctic sea ice extent from 1960s to present. 2018. – URL: https://diabloanquasia.wordpress.com/2018/09/13/Antarctic_sea_ice_1960s_2018/ (data of application: 10.03.2022).
36. Кинищев, В. Н. Современные тенденции развития криолитозоны / В. Н. Кинищев. – Текст : непосредственный // Современные глобальные изменения природной среды. В 2-х томах. – Т. 1. – М. : Научный мир, 2006. – С. 489–506.
37. The Earth's Magnetic Field: An overview. British Geological Survey. Geomagnetism. 2019. URL: www.geomag.bgs.ac.uk/education/eathmag.html (data of application: 10.03.2022).
38. Geomagnetism during cycle 23: Characteristics. / Serbo Jean-Louis, Amory-Mazaudier C., Ouattara F. // Journal of Advanced Research. 2013 (4), pp. 265-274.
39. Global solar wind variation over the last four centuries / Owens M. J., Lockwood M., Riley P. // Scientific reports 7. 2017. – URL : <https://nature.com/articles/step41548> (data of application: 10.03.2022).
40. Yang D., Kane D.L. Arctic, Hydrology, Permafrost and Ecosystems. Springer link. 2021 P. 914.
41. Simulated Historical (1901-2010). / Gou D., Wang H. // Changes in the Permafrost Extend and active Layer Thickness in the Northern Hemisphere /JGR Atmospheres. 2017. V. 122, Issue 22. pp. 12.285-12.295.
42. Permafrost dynamics impacts over the Russian arctic Drainage Basin. / Kang W., Tinquum Z., Yanqing D. // Advances in Climate Change Research. 2021 V.12. issue 4. pp. 482-498.

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ОБРАЩЕНИЯ
С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ
РОССИИ НА ОСНОВЕ ОБОЛОЧЕЧНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ**

Кутышкин Андрей Валентинович

доктор технических наук, профессор,

главный научный сотрудник научно-исследовательской

лаборатории имитационного моделирования

ФГБОУ ВО «Нижневартовский государственный университет»

Нижневартовск, Россия

E-mail: avk_200761@mail.ru

Предмет исследования: функционирование систем обращения с отходами производства и потребления регионов (РСОО) Арктической зоны РФ за период с 2016 г. по 2020 г.

Цель исследования: количественные оценки производственной эффективности – коэффициенты производственной эффективности (КПЭ) функционирования данных систем на основе оболочечного анализа данных (Data Envelopment Analysis, DEA). Данный метод основан на многократном применении линейного программирования к совокупности входных и выходных показателей, регистрируемых действующей системой государственной статистики и характеризующих деятельность совокупностей однотипных профильных предприятий регионов по обращению с отходами (производственный объект, ПО).

Методы и объекты исследования: для оценки КПЭ функционирования ПО DEA-методом использовались схемы «временного среза» и «временного окна». На основании расчетных значений КПЭ были выделены устойчивые подгруппы ПО с низкими, средними и высокими значениями КПЭ. Для недостаточно эффективных ПО рассчитывались целевые значения входных показателей, достижение которых позволяет им максимизировать значения КПЭ. При этом для этих ПО осуществлялся рекомендательный выбор «объекта-лидера/ориентира», который можно рассматривать как носитель «лучших практик» и успешного опыта организации работы, что актуально для развития РСОО.

Основные результаты исследования: сформированная классификация РСОО сопоставлялась с нормативными показателями переработки отходов, приведенных в Госпрограмме РФ «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 годы.

Ключевые слова: оболочечный анализ данных, производственная эффективность, региональная система обращения с отходами, Арктическая зона РФ, отходы производства и потребления.

**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE FUNCTIONING OF PRODUCTION
AND CONSUMPTION WASTE MANAGEMENT SYSTEMS IN THE ARCTIC REGIONS
OF RUSSIA BASED ON DATA ENVELOPMENT ANALYSIS**

Andrey V. Kutyshkin

Doctor of Technical Sciences,

Chief Researcher of the Simulation Research Laboratory,

Nizhnevartovsk State University

Nizhnevartovsk, Russia

E-mail: avk_200761@mail.ru

Subject of research: is the functioning of the production and consumption waste management systems of the regions (RSOO) of the Arctic zone of the Russian Federation for the period from 2016 to 2020.

Purpose of research: is to quantify production efficiency – production efficiency coefficients (CEP) of the functioning of these systems based on shell data analysis (Data Envelopment Analysis, DEA). This method is based on the repeated application of linear programming to a set of input and output indicators recorded by the current system of state statistics and characterizing the activities of sets of similar specialized enterprises in the regions for waste management (production facility, software).

Methods and objects of research: to assess the CEP of the software functioning by the DEA method, the "time slice" and "time window" schemes were used. Based on the calculated CEP values, stable subgroups of software with low, medium and high CEP values were identified. For insufficiently effective software, target values of input indicators were calculated, the achievement of which allows them to maximize CEP values. At the same time, for these software, a recommendatory choice of a "leader/landmark object" was carried out, which can be considered as a carrier of "best practices" and successful experience in organizing work, which is relevant for the development of the RSOO.

Main results of research: the formed classification of RSOO was compared with the normative indicators of waste processing given in the State Program of the Russian Federation "Environmental Protection" for 2012–2020.

Keywords: data envelopment analysis, production efficiency, regional waste management system, Arctic zone of the Russian Federation, production and consumption waste.

Введение

Повышение эффективности деятельности предприятий по обращению с отходами промышленности и потребления является одной из ключевых задач снижения техногенного и антропогенного воздействия на окружающую среду. Для регионов Арктической зоны Российской Федерации данное направление природоохранной деятельности наряду с разработкой и внедрением новых технологий переработки и утилизации отходов особенно актуально. Это обусловлено как природно-климатическими особенностями данных регионов, так и существенными объемами промышленных отходов, накопленных за достаточно длительный период освоения севера России, когда на фоне решения важных задач стратегического развития страны, их утилизации и переработке уделялось недостаточное внимание. Наиболее распространенное понимание эффективности деятельности организации/предприятия соответствует категории ее продуктивности или производительности. Чаще всего для количественной оценки производительности и, как следствие, эффективности организации используется показатель ее общей производительности факторов затрат (TFP, Total Factor Productivity), характеризующий отношение суммарных стоимостей произведенных продуктов и затраченных при этом ресурсов [1]. Однако использование такого показателя, как правило, возможно лишь для организаций, функционирование которых можно описать мультифакторной, а чаще всего – двухфакторной производственной функцией [1, 2]. Для региональной системы обращения с отходами на текущий момент построение такой производственной функции достаточно затруднительно. Это обусловлено тем, что статистические данные о функционировании отраслей, занимающихся устранением негативного влияния экономики региона на его экологию, стали публиковаться в открытых источниках только с 2017 г., и они представлены только в агрегированном виде. В качестве альтернативного варианта оценки эффективности функционирования «отрасли» может выступать метод обобщенного анализа данных (Data Envelopment Analysis, DEA), известный в отечественной литературе как анализ среды функционирования (АСФ) [3–9]. Данный метод имеет ряд достоинств, среди которых можно выделить, например, отсутствие необходимости выявления явных функциональных связей между используемыми ресурсами (входами) и конечными результатами (выходами) деятельности исследуемого объекта; воз-

возможность оценки эффективности функционирования достаточно большой группы объектов со значительным перечнем «входов» и «выходов»; определение для исследуемой группы «объектов-ориентиров/лидеров» и расчет для неэффективных объектов целевых значений «входов» и «выходов», достижение которых максимизирует эффективность данных объектов. Недостатками метода DEA, прежде всего, являются определенные сложности с выбором набора показателей «входа» и «выхода» исследуемых объектов; на оценки эффективности функционирования существенное влияние оказывает структура и численность группы объектов; присутствуют ограничения на соотношение численности объектов группы и количества их «входов» и «выходов». Несмотря на указанные недостатки, использование метода DEA для решения задачи оценки эффективности деятельности «отраслей» по обращению и переработке отходов промышленности и потребления достаточно актуально и представляет научно-практический интерес как для менеджмента этих отраслей, так и для региональных администраций.

Целью работы является получение с использованием метода оболочечного анализа данных оценки эффективности функционирования отраслей по обращению и переработке отходов промышленности и потребления регионов Арктической зоны Российской Федерации [10].

Результаты и обсуждение

Методы и материалы

Региональные отрасли, деятельность которых связана с обращением отходов промышленности и потребления (PCOO), представляют собой совокупности однотипных профильных предприятий, и PCOO можно считать однородными производственными объектами (ПО) (Decision Making Units, DMU), которые используют однотипные (схожие) способы производства и технологическое оборудование, а также функционируют в схожих природно-климатических и социально-экономических условиях. Таким образом, PCOO рассматриваемых регионов можно объединить в одну группу. Каждый ПО (DMU) ($j = 1, \dots, N$) имеет M «выходов» ($y_{i,j}$, $i = 1, \dots, M$) и N «входов» ($x_{k,j}$, $k = 1, \dots, K$), т. е. функционирование DMU описывается типовой функциональной моделью системного анализа «вход – преобразование – выход».

Для количественной оценки эффективности θ_j (показатель/ коэффициент производственной эффективности, КПЭ) функционирования j -ого DMU использовалась типовая входо-ориентированная DEA – модель – CCR модель (Charnes – Cooper – Rhodes) с постоянным масштабом отдачи [4,6,9]:

$$\begin{aligned} \min_{\lambda} \quad & \theta \\ & \begin{cases} -y_{i,j} + Y\lambda \geq 0; \\ \theta x_{k,j} - X\lambda \geq 0; \\ \lambda \geq 0. \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь Y – матрица $[M \times N]$ выходных показателей объектов $y_{i,j}$; X – матрица $[K \times N]$ входных показателей объектов $x_{k,j}$; θ – скаляр; λ – вектор констант размерности $N \times 1$.

Среди M выходов только часть ($i = 1, \dots, p$) рассматривается как «полезные или желательные», а остальные ($i = p, \dots, M$) считаются «нежелательными», т. е. оказывающими негативное влияние на экологическое состояние региона. К «полезным выходам» будем относить объемы переработанных и утилизированных отходов DMU, а к «нежелательным выходам» предлагается относить объемы отходов, остающиеся в DMU для хранения. В работе [11] показано, что оценки эффективности функционирования группы DMU по «желательным» и «нежелательным» выходам вход-ориентированных CCR моделей эквивалентны, что можно объяснить одним и тем же набором входов моделей, которые используются DMU при формировании этих видов выходов. Поэтому минимизация оценок КПЭ функционирования ПО по «нежелательным» выходам приводит к максимизации аналогичных оценок по «желательным» выходам.

При реализации DEA-метода не идентифицируется «самый эффективный» ПО группы, а строится для нее кусочно-линейная граница эффективности – граница производственных возможностей (ГПВ). Значения КПЭ θ_j лежат в диапазоне: $0 \leq \theta_j \leq 1$. При $\theta_j = 1$ считается, что DMU j располагается на ГПВ и функционирует с максимальной производственной эффективностью при принятом наборе входных и выходных показателей. Очевидно, что при $0 \leq \theta_j \leq 1$ соответствующие DMU функционируют менее эффективно и для них рассчитываются так называемые «целевые значения» входных показателей $x_{k,j,g}$, при обеспечении достижения которых соответствующие DMU будут функционировать с максимальной производственной эффективностью ($\theta_j = 1$). Для расчета $x_{k,j,g}$ используются значения входных показателей DMU «объектов – лидеров/ориентиров» группы, которые выбираются по максимальным значениям расчетных весовых коэффициентов λ_j (если j -ый ПО группы не является ее «объектом – лидером/ориентиром», то $\lambda_j = 0$) [12]:

$$x_{k,j,g} = \sum_{j=1}^N \lambda_j x_{k,j,f}, \quad (2)$$

где $x_{k,j,f}$ – фактические значения k -го входного показателя j -ого DMU группы.

Чем чаще используются входные показатели j -ого DMU – «объекта – лидера/ориентира» и чем больше соответствующие весовые коэффициенты λ_j , тем с большей вероятностью данный DMU может рассматриваться в качестве наиболее эффективного «объекта – лидера/ориентира» для всей группы при принятом наборе входных и выходных показателей.

При рассмотрении функционирования группы DMU в течение некоторого интервала времени $[t_1, \dots, t_L]$ очевидно, что в каждый момент времени t_l любой j -ый DMU $j(t_l)$ характеризуется набором множества значений входных $X_j(t_l) = \{x_{1,j}(t_l), \dots, x_{K,j}(t_l)\}$ и выходных $Y_j(t_l) = \{y_{1,j}(t_l), \dots, y_{M,j}(t_l)\}$ показателей. Оценка коэффициента эффективности θ_j в такой ситуации может осуществляться, как правило, двумя методами: методом «временного среза» (моментный метод), т. е. входные и выходные показатели для рассматриваемой группы DMU фиксируются для момента времени t_l , либо методом «временного окна» [9, 13, 14]. В первом случае для каждого года t_l формируется группа DMU в количестве N штук и для каждой группы определяются значения $\theta_j(t_l)$ на основании решения (1). Целевые значения показателей входов $x_{k,j,g}$ определяются согласно (2) внутри каждой группы.

Метод же «временного окна» реализуется по следующему алгоритму. Выбирается длина «временного окна» $W_1 = \dots W_F = W = \text{const}$ для всего интервала $[t_1, \dots, t_L]$. Назначается временной интервал вида $[t_1, t_1 + 1, \dots, t_1 + W]$. Для этого интервала формируется новая группа DMU размером $KW = K \times W$, в которую входят следующие объекты: $DMU_1(t_1), DMU_1(t_1+1), \dots, DMU_1(t_1+W), \dots, DMU_K(t_1), DMU_K(t_1+1), \dots, DMU_K(t_1+W)$.

Для этой группы осуществляется расчет (1) коэффициентов эффективности $\theta_j^{W_1}(X_j(t_1), Y_j(t_1)); \theta_j^{W_1}(X_j(t_1+1), Y_j(t_1+1)); K; \theta_j^{W_1}(X_j(t_1+W), Y_j(t_1+W)), j = 1, \dots, KW$ для DMU из временного окна $W_1 = W$. Далее осуществляется сдвиг выбранного «временного окна» на один временной период вправо и формируется следующий временной интервал $[t_2, t_2 + 1, \dots, t_2 + W]$. Для этого интервала рассчитываются новые КПЭ $DMU_1(t_2), DMU_1(t_2+1), \dots, DMU_K(t_2+1), \dots, DMU_K(t_2+W)$ группы W_2 :

$$\theta_j^{W_2}(X_j(t_2), Y_j(t_2)); \theta_j^{W_2}(X_j(t_2+1), Y_j(t_2+1)); K; \theta_j^{W_2}(X_j(t_2+W), Y_j(t_2+W)).$$

Формирование «временных окон» предлагается не заканчивать при достижении момента времени t_L , поскольку для разных t_l из интервала $[t_1, \dots, t_L]$ будет рассчитано разное количество КПЭ. Так, например, для t_1 и t_L будет рассчитано только по одному значению $\theta_j^{W_1} X_j(t_1), Y_j(t_1)$ для каждого DMU из группы W_1 . Для t_2 и t_{L-1} будет рассчитано уже по два значения КПЭ для всех DMU и т. п. Поэтому целесообразно сформировать своего рода «временной цикл» из моментов времени рассматриваемого интервала [9, 10], т. е. за t_L располагают t_1 , и так да-

лее, что позволяет увеличить как количество новых групп DMU, так и уравнивать количество рассчитываемых коэффициентов эффективности DMU для каждого t_i . Формирование групп DMU по «временному циклу» завершается тогда, когда на следующем шаге будет сформировано уже ранее встречавшееся «временное окно». В качестве итогового значения КПЭ для DMU_j можно использовать осредненное значение, определяемое следующим выражением:

$$\theta_{j,avr} = \frac{1}{N_W} \sum_{q=1}^{N_W} \theta_j^{W_q}, \quad (3)$$

где N_W – общее количество «временных окон», в которых рассчитывался коэффициент эффективности DMU_j .

Содержательный смысл $\theta_{j,var}$ аналогичен описанному ранее для θ_j .

Для определения значений θ_j и $x_{k,j,g}$ использовался свободно распространяемый программный продукт MaxDEA 8 Basic (<http://maxdea.com/Download.htm>).

В качестве выходного показателя y_j DMU_j , соответствующего РСОО j -го региона Арктической зоны РФ, была принята величина переработанных и утилизированных отходов производства и потребления в этом регионе за год (тыс. тонн). Входными показателями этих DMU_j предлагается принять следующие величины:

- $x_{1,j}$ – объем образующихся отходов производства и потребления за год, тыс. тонн;
- $x_{2,j}$ – материальные затраты по обращению с отходами из состава текущих (эксплуатационных) затрат в текущих ценах, тыс. руб.;
- $x_{3,j}$ – затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды из состава текущих (эксплуатационных) затрат по обращению с отходами в текущих ценах, тыс. руб.;
- $x_{4,j}$ – затраты на капитальный ремонт основных фондов по обращению с отходами в текущих ценах, тыс. руб.

В перечне входных показателей DMU, т. е. используемых ими в производственной деятельности ресурсов, отсутствуют величина стоимости основных производственных фондов (ОПФ) DMU и величина инвестиций в основной капитал. Это обусловлено тем, что данные о стоимости основных производственных фондов приводятся только в агрегированном виде по всем видам экономической деятельности, связанным с устранением типовых видов загрязнений окружающей среды. В связи с отсутствием указанных дифференцированных данных достаточно сложно определить временные лаги между стоимостью ОПФ DMU и инвестициями, направляемыми в его основной капитал. Для обеспечения между регионами сопоставимости входных и выходных показателей последние были пересчитаны на одного жителя региона.

Исходные данные входных и выходных показателей опубликованы в ежегодном Государственном докладе о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации [15], статистическом справочнике Федеральной службы государственной статистики (Росстат) «Регионы России. Социально-экономические показатели» [16], бюллетене Росстата об охране окружающей среды (электронные версии) «Сведения о текущих затратах на охрану окружающей среды» [17].

В таблице 1 совместно приведены расчетные значения коэффициентов производственной эффективности θ_j (1) и $\theta_{j,var}$ (3) («временное окно» $W = 3$) функционирования систем обращения с отходами регионов Арктической зоны РФ для рассматриваемого интервала времени с 2016 г. по 2020 г.

Таблица 1

Расчетные значения коэффициентов производственной эффективности θ_j (1) и $\theta_{j.var}$ (3) функционирования региональных систем обращения с отходами за период с 2016 г. по 2020 г.

j	Наименование региона	Коэфф. эффект.	Год				
			2016	2017	2018	2019	2020
1	Архангельская область	θ_j	0,231	0,186	0,145	0,076	0,069
		$\theta_{j.var}$	0,1932	0,1415	0,1207	0,0611	0,0552
2	Мурманская область	θ_j	0,447	0,619	0,356	0,308	0,363
		$\theta_{j.var}$	0,4379	0,4238	0,3498	0,2447	0,1962
3	Республика Карелия	θ_j	0,729	0,603	1	0,309	1
		$\theta_{j.var}$	0,4225	0,4086	0,9299	0,3091	1
4	Республика Коми	θ_j	0,131	0,111	0,193	0,019	0,014
		$\theta_{j.var}$	0,7905	0,0979	0,1297	0,0141	0,0139
5	Ненецкий автономный округ	θ_j	1	1	1	1	1
		$\theta_{j.var}$	0,8793	1	0,8473	0,7982	1
6	Красноярский край	θ_j	1	1	1	1	1
		$\theta_{j.var}$	0,9396	0,9054	1	0,8133	0,9671
7	Республика Саха (Якутия)	θ_j	1	1	1	1	1
		$\theta_{j.var}$	1	0,9289	1	1	1
8	Ямало-Ненецкий автономный округ	θ_j	0,400	0,616	0,876	1	1
		$\theta_{j.var}$	1	0,59	0,8761	0,8593	1
9	Чукотский автономный округ	θ_j	1	0,668	1	1	1
		$\theta_{j.var}$	1	0,464	0,7783	1	1

Расчетные значения θ_j и $\theta_{j.var}$ для всех DMU – региональных систем обращения с отходами за рассматриваемый период имеют близкие значения, на основании которых можно выделить три подгруппы DMU. Первая подгруппа включает РСОО с достаточно низкими значениями КПЭ – РСОО Архангельской, Мурманской областей и Республики Коми. Вторая подгруппа состоит из РСОО с достаточно высокими значениями КПЭ при высокой волатильности последних – Республика Карелия, Чукотский и Ямало-Ненецкий автономные округа. И третья группа характеризуется высокими значениями КПЭ при их незначительной волатильности – Ненецкий автономный округ, Красноярский край и Республика Саха (Якутия). Для РСОО первой группы также присутствует понижающий тренд значений ПЭ. Расчетные значения θ_j и $\theta_{j.var}$ в целом не противоречат сравнительному анализу нормативных значений доли использованных и обезвреженных объемов отходов производства и потребления [18] с соответствующими фактическими значениями данного показателя для всех РСОО [16, 17] (таблица 2). Так, только в Ненецком, Ямало-Ненецком автономных округах и Красноярском крае фактические значения объемов переработки отходов в целом соответствуют нормативным значениям. Близки к нормативному уровню РССО Республики Саха (Якутия) и Чукотского автономного округа. Следует отметить, что данные таблицы 2 характеризуют результативность рассматриваемых РССО, а θ_j и $\theta_{j.var}$ характеризуют их производственную эффективность, что предопределяет расхождения между ними.

Таблица 2

Фактические и нормативные значения доли (%) [18] использованных и обезвреженных отходов производства и потребления от общего количества образующихся отходов в период с 2016 г. по 2020 г.

№ п/п	Наименование региона	Фактические значения доли использованных отходов производства и потребления, %				
		Год				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	Архангельская область	7,73	7,27	6,37	3,75	4,22
2	Мурманская область	29,59	27,26	23,56	15,57	12,17
3	Республика Карелия	13,37	12,73	18,41	12,36	7,75
4	Республика Коми	9,19	8,61	11,70	1,18	1,03
5	Ненецкий автономный округ	68,06	98,25	77,15	37,27	79,01
6	Красноярский край	85,69	89,82	104,67	79,04	94,35
7	Республика Саха (Якутия)	47,25	43,22	59,93	53,36	50,06
8	Ямало-Ненецкий автономный округ	27,44	60,56	91,74	85,20	105,12
9	Чукотский автономный округ	65,26	29,20	31,80	44,44	69,26
	Нормативные значения доли используемых отходов производства и потребления, %	80,8	81	81,3	81,6	82

В таблице 3 в качестве примера для РСОО Архангельской области приведены расчетные целевые значения принятых входных показателей $x_{k,1,g}$ (2) для схемы «временного среза» (1) оценки θ_j и соответствующие усредненные целевые значения входных показателей $x_{k,1,g,avr}$ для схемы «временного окна» оценки $\theta_{j,var}$. В этой же таблице приведены фактические значения входных показателей $x_{k,1,f}$ этой РСОО. Сопоставление значений $x_{k,1,f}$ с целевыми расчетными значениями $x_{k,1,g}$ и $x_{k,1,g,avr}$ указывает на наличие существенных резервов по всем видам входных показателей принятого списка показателей использованной DEA-модели. Данная входо-ориентированная модель определяет оптимальные значения входных показателей DMU, которые обеспечивают достижение заданных значений его выходных показателей. Ранее отмечалось, что выходные показатели можно разделить на желательные и нежелательные, которые «формируются» при функционировании DMU на одном и том же наборе входных показателей. Следовательно, для тех объемов переработанных и утилизированных отходов производства и потребления (желательный выход) РСОО Архангельской области в течение периода с 2016 г. по 2020 г. используемые данной РСОО избыточны, и имеющиеся резервы направляются этой системой на сопровождение нежелательного выхода – хранение отходов производства и потребления. Рекомендательно «объект – лидер/ориентир» для группы DMU – РСОО можно выделить лишь при использовании для оценки значений ПЭ метода «временного среза», т. к. структура группы DMU для каждого момента времени t_i остается постоянной. При реализации метода «временного окна» структура группы DMU и, соответственно, значения их входных и выходных показателей меняются, что обуславливает и динамику результатов выбора «объекта – лидера/ориентира» группы.

Таблица 3

Фактические и расчетные целевые значения $x_{k,1,g}$ и $x_{k,1,g,avr}$ входных показателей для РСОО Архангельской области за период с 2016 г. по 2020 г.

k	Название входного показателя	Обозначение	Год				
			2016	2017	2018	2019	2020
1	Объем образующихся отходов производства и потребления за год, тыс. тонн	$x_{1,1,f}$	69,02	63,52	65,98	67,57	29,95
		$x_{1,1,g}$	8,17	10,4	9,58	5,14	2,06
		$x_{1,1,g,avr}$	9,97	8,17	7,96	4,13	1,65
2	Материальные затраты по обращению с отходами из состава текущих (эксплуатационных) затрат в текущих ценах, тыс. руб.	$x_{2,1,f}$	103,63	138,26	144,65	237,43	305,52
		$x_{2,1,g}$	23,96	25,74	20,99	18,05	21,05
		$x_{2,1,g,avr}$	20,02	19,56	17,46	14,51	16,85

3	Затраты на оплату труда и отчисления на социальные нужды из состава текущих (эксплуатационных) затрат по обращению с отходами в текущих ценах, тыс. руб.	$X_{3.1.f}$	109,72	171,17	151,03	153,18	168,70
		$X_{3.1.g}$	15,09	31,87	15,89	4,33	11,62
		$X_{3.1.g.avr}$	19,52	24,22	18,23	9,36	9,09
4	Затраты на капитальный ремонт основных фондов по обращению с отходами в текущих ценах, тыс. руб.	$X_{4.1.f}$	103,02	154,57	62,00	59,16	24,09
		$X_{4.1.g}$	0,41	0,27	0,21	1,75	0,03
		$X_{4.1.g.avr}$	0,40	0,29	0,23	0,24	1,33

Несмотря на имеющиеся существенные различия расчетных значений $X_{k.1.g}$ и $X_{k.1.g.avr}$, что также обусловлено структурой групп DMU каждого из методов, предлагается ограничиться определением «объекта – лидера/ориентира» группы PCOO по методу «временного среза», тем более что данный выбор носит сугубо рекомендательный характер. Это обусловлено тем, что «объект – лидер/ориентир» группы рассматривается как своего рода носитель «лучших практик» реализации производственной деятельности, но принятие решений об использовании его наработок является прерогативой исключительно менеджмента PCOO. Так, на основании расчетов $X_{k,j.g}$ (2) для всех недостаточно эффективных DMU группы в качестве «объектов – лидеров/ориентиров» выступали PCOO Ямало-Ненецкого автономного округа и Красноярского края.

Заключение и выводы

Получены с использованием оболочечного анализа данных количественные оценки коэффициентов производственной эффективности функционирования систем обращения с отходами производства и потребления регионов Арктической зоны РФ в период с 2016 г. по 2020 г. Для формирования групп DMU применялись две схемы – схема «временного среза» и схема «временного окна». Значения коэффициентов КПЭ DMU, рассчитанные с использованием двух схем формирования групп DMU, – схема «временного среза» и схема «временного окна», отличаются друг от друга незначительно, выявив однотипные тенденции изменения значений этих коэффициентов. На основании расчетных значений КПЭ, полученных с использованием обеих схем, при принятом наборе входных и выходных показателей на рассматриваемом временном интервале выделены три устойчивые подгруппы PCOO: низкоэффективные PCOO Архангельской, Мурманской областей и Республики Коми; PCOO со средними значениями КПЭ – PCOO Республики Карелия, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, и PCOO Ненецкого автономного округа, Красноярского края и Республики Саха (Якутия), характеризующиеся максимальными значениями КПЭ. Расчетные значения θ_j и $\theta_{j.var}$ в целом не противоречат соотношениям между нормативными и фактическими относительными значениями объемов использованных и обезвреженных отходов производства и потребления от общего количества образующихся отходов за 2016–2020 гг. в рассматриваемых регионах. Наличие значительных резервов используемых PCOO обусловлено тем, что основной акцент в своей деятельности эти системы смещают не переработку отходов производства и потребления, а на их хранение. Рекомендательная идентификация «объекта – лидера/ориентира» среди PCOO актуальна для регионального менеджмента, т. к. более обоснованно определяет те производственные объекты, деятельность которых аккумулирует в течение достаточно длительного временного интервала «лучшие производственно-организационные практики». Последние могут рассматриваться как объекты для изучения, адаптации и последующего внедрения на собственных предприятиях.

Литература

1. Бессонова, Е. В. Анализ динамики совокупной производительности факторов на российских предприятиях (2009–2015 гг.) / Е. В. Бессонова. – Текст : непосредственный // Вопросы экономики. – 2018. – № 7. – С. 96–118.
2. Мясников, А. А. Совокупная факторная производительность в российских регионах в 2000–2014 гг. / А. А. Мясников. – Текст : непосредственный // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 12-4. – С. 657–664.

3. Федотов, Ю. В. Измерение эффективности деятельности организации : особенности метода DEA (анализа свертки данных) / Ю. В. Федотов. – Текст : непосредственный // Российский журнал менеджмента. 2012. – Т. 10, № 2. – С. 51–62.
4. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*. 1978. Vol. 2. Iss. 6. P. 429–444.
5. Ковалев, Д. И. Анализ организационно-технологических комплексов предприятий на основе аналитического метода оценки эффективности сложных систем / Д. И. Ковалев, Е. В. Туева, А. В. Клименко. – Текст : непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-2. – С. 159–162.
6. Моргунов, Е. П. Краткое описание метода Data Envelopment Analysis / Е. П. Моргунов, О. Н. Моргунова. – URL : http://morgunov.org/docs/DEA_intro.pdf. (дата обращения: 11.05.2023). – Текст : электронный.
7. Сальникова, А. А. Оптимизация регионального эколого-экономического планирования с использованием анализа среды функционирования / А. А. Сальникова. – Текст : непосредственный // Экономический анализ: теория и практика. – 2017. – Т. 16, № 12. – С. 2332–2346.
8. Чайка, Л. В. Дифференциация эффективности экономики регионов России / Л. В. Чайка. – Текст : непосредственный // Статистика и экономика. 2020. – Т. 17, № 1. – С. 54–67.
9. Ратнер, С. В. Динамические задачи оценки эколого-экономической эффективности регионов на основе базовых моделей анализа среды функционирования / С. В. Ратнер. – Текст : непосредственный // Управление большими системами. – 2017. – № 67. – С. 81–106.
10. Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 (ред. от 27.06.2017) « О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации». – URL: <https://base.garant.ru/70647984/?ysclid=l8bjck1k3s715469796> (дата обращения: 05.05.2023). – Текст : электронный.
11. Korhonen P. J., Luptacik M. Eco-efficiency analysis of power plants: An extension of data envelopment analysis // *European J. of Operational Research*. – 2004. – №. 154. – P. 437–446.
12. Cheng G. *Data Envelopment Analysis: Methods and MaxDEA Software*. Intellectual Property Publishing House Co. Ltd. Beijing. – 2014. – 275 p.
13. Sueyoshi T. Comparison and analyses of managerial efficiency and returns to scale of telecommunication enterprises by using DEA/WINDOW // *Communications of the Operations Research Society of Japan*. – 1992. – No. 37. – P. 210–219.
14. Wu H., Shi Y., Zhu W. Effectiveness of the policy of circular economy in China: A DEA-based analysis for the period of 11th five-year-plan // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2014. – No. 83. – P. 163–175.
15. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году. Государственный доклад. – М. : Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова. – URL : https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_14.05.2022. (дата обращения: 14.05.2022). – Текст : электронный.
16. Регионы России. Социально-экономические показатели. – URL : <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> (дата обращения: 14.05.2023). – Текст : электронный.
17. Бюллетени об охране окружающей среды (электронные версии). «Сведения о текущих затратах на охрану окружающей среды». – URL : <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13295> (дата обращения: 14.05.2023). – Текст : электронный.
18. Государственная Программа РФ «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 годы (Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 326). – URL: https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/3ac/Gosprogramma_OOS.pdf?ysclid=l48q7q4vhs345836470 (дата обращения: 15.05.2023). – Текст : электронный.

**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Попов Алексей Вячеславович

*преподаватель кафедры инфокоммуникационных систем и технологий,
ФГКОУ ВО «Воронежский институт МВД России»*

Воронеж, Россия

E-mail: Alex_std_ex@mail.ru

Предмет исследования: возможность реализации структурно-параметрического перехода между различными состояниями организационно-технических систем с учетом свойств и особенностей реализуемых в них процессов.

Цель исследования: необходимость разработки и реализации методов, направленных на решение оптимизационных задач, которые связаны со структурными преобразованиями моделей организационно-технических систем, и позволяющих учитывать их промежуточные состояния при переходе из исходного состояния в требуемое.

Объекты исследования: математические модели организационно-технических систем, представленные в виде знаковых взвешенных ориентированных графов с выделением типов отношений между элементами с точки зрения теории конфликтов.

Методы исследования: используется метод системного анализа, сопряженный с выделением типов отношений между элементами исследуемых систем с точки зрения теории конфликтов, а также формализации решения оптимизационных задач на основе структурно-параметрического представления объектов исследования.

Основные результаты исследования: приведены модели организационно-технических систем в структурно-параметрическом отношении с учетом выделенных типов отношений между их элементами с точки зрения теории конфликтов; разработан метод, который основан на формировании кортежей операций, необходимых для структурного преобразования исследуемых систем, и позволяющий учитывать пути опосредованного перехода из исходного состояния системы в требуемое (оптимальное); разработан вспомогательный алгоритм, основанный на использовании базы данных, содержащей в себе множество кортежей дополнительных операций, необходимых для переходов в промежуточные состояния. Приведен пример реализации предложенного метода на модели сети связи, из которого видно, каким образом может осуществляться структурно-параметрическая оптимизация организационно-технических систем.

Ключевые слова: организационно-технические системы, модель, теория конфликтов, графы, отношения, структурные преобразования, оптимизация, кортеж.

**IMPLEMENTATION OF THE METHOD OF STRUCTURAL-PARAMETRIC
OPTIMIZATION OF GRAPH MODELS
OF ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS**

Aleksey V. Popov

*Lecturer of Infocommunication systems and technologies Department
Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia*

Voronezh, Russia

E-mail: Alex_std_ex@mail.ru

Subject of research: possibility of realization of structural and parametric transition between different states of organizational and technical systems taking into account the properties and features of the processes realized in them.

Purpose of research: the need to develop and implement methods aimed at solving optimization problems, which are associated with structural transformations of models of organizational and technical systems, and allowing to take into account their intermediate states during the transition from the initial state to the required state.

Objects of research: mathematical models of organizational and technical systems in the form of sign weighted oriented graphs built on the basis of selected types of relations between elements in terms of conflict theory.

Methods of research: the method of system analysis is used, associated with the allocation of types of relations between the elements of the studied systems in terms of conflict theory, as well as the formalization of the solution of optimization problems on the basis of structural-parametric representation of research objects.

Main results of research: models of organizational-technical systems in structural-parametric relation with regard to the selected types of relations between their elements from the point of view of the conflict theory are given; a method is developed, which is based on the formation of tuples of operations necessary for the structural transformation of the systems under study, and which allows taking into account the ways of indirect transition from the initial state of the system to the required (optimal) one; an auxiliary algorithm is developed, which is based on the use of a database containing a set of tuples of augmentations. An example of implementation of the proposed method on the model of communication network is given, which shows how the structural-parametric optimization of organizational and technical systems can be carried out.

Keywords: organizational and technical systems, model, conflict theory, graphs, relations, structural transformations, optimization, tuple.

Введение

Деятельность органов внутренних дел сопряжена с непрерывной эксплуатацией технических средств различного назначения. Таким образом, процессы, направленные на повышение эффективности деятельности подразделений территориальных органов МВД России, связанной с охраной общественного порядка и обеспечением общественной безопасности, требуют разработки новых методов и подходов к исследованию свойств и решению оптимизационных задач по поддержанию надежного и бесперебойного функционирования систем «человек-техника». Как правило, такие системы рассматривает теория организационно-технических (эргатических) систем [1–3]. Она позволяет формировать системное представление о структурных особенностях и принципах функционирования организационно-технических систем (ОТС) в различных условиях. Под такими условиями будем понимать совокупность воздействий (реализуемых процессов) элементов системы друг на друга, характер которых определяет дальнейшую динамику развития системы, т. е. способствует как повышению, так и снижению эффективности функционирования ОТС. В общем случае можно выделить два класса процессов: процессы, реализуемые организационным элементом (p^1 – проектирование; p^2 – модернизация; p^3 – эксплуатация; p^4 – управление; p^5 – мониторинг качества оказываемых услуг; p^6 – техническое обслуживание; p^7 – ремонт; p^8 – хранение; p^9 – транспортирование) и процессы, реализуемые техническим элементом (p^{10} – формирование; p^{11} – прием; p^{12} – обработка; p^{13} – хранение; p^{14} – передача сообщений электросвязи).

Характер возникающих воздействий в зависимости от природы реализуемых процессов в рассматриваемой предметной области способствует возникновению отношений между элементами, которые обосновываются с точки зрения концептуально-понятийного аппарата теории конфликтов [4–6]. Так, при реализации некоторого процесса p_{ij}^k элементом S_i по от-

ношению к элементу S_j в зависимости от взаимодостижимости их индивидуальных целей может быть выделено одно из трех базовых типов отношений: конфликт ($S_i > | S_j$), сотрудничество ($S_i > |_c S_j$) или безразличие ($S_i > |_o S_j$).

Выделение типов отношений между элементами обуславливает тот факт, что при моделировании ОТС с точки зрения теории конфликтов нашли свое применение знаковые ориентированные взвешенные графы [7], в которых элементам системы S_i соответствуют вершины V_i , а отношениям между каждым i -м и j -м элементами – дуги e_{ij}^k . Таким образом, модель некоторого состояния исследуемой системы $\mathcal{E}_i$, в состав которой входит множество элементов $S_i = \{s_1, s_2, \dots, s_{|S_i|}\}$, множество воздействий элементов друг на друга $P_i = \{p_{ij}^k\}$, а также множество функций полезности элементов $Q_i = \{q_{s_i}\}$, на основе которых выделяются типы отношений, будет представлена в виде графа $G_i = G_i(V_i, E_i, \mu(E_i), \text{Sign}(E_i))$, где $V_i = \{v_1, v_2, \dots, v_{|V_i|}\}$ – множество вершин графа ($|V_i| = |S_i|$), $E_i = \{e_{ij}^k\}$ – множество дуг графа ($|E_i| = |P_i|$), $\mu(E_i) = \{\mu(e_{ij}^k)\}$ – множество весовых коэффициентов влияний, присваиваемых дугам, где $\mu(e_{ij}^k) \in [0, 1]$; $\text{Sign}(E_i) = \{\text{Sign}(e_{ij}^k)\}$ – множество знаков дуг графа, задаваемых на основе выделенных типов отношений в соответствии со следующими условиями:

$$\begin{cases} \text{Sign}(e_{ij}^k) = 0 \Leftrightarrow S_i > |_o S_j; \\ \text{Sign}(e_{ij}^k) = 1 \Leftrightarrow S_i > |_c S_j; \\ \text{Sign}(e_{ij}^k) = -1 \Leftrightarrow S_i > | S_j. \end{cases}$$

Таким образом, G_i является моделью состояния системы $\mathcal{E}_i$ в структурно-параметрическом представлении. Поскольку $\mathcal{E}_i$ на некотором интервале времени Δt не всегда может признаваться оптимальным, ввиду наличия в ее структуре совокупности процессов, способствующих снижению эффективности функционирования такой ОТС, возникает необходимость ее модернизации. Проводимые исследования [8, 9] выявили зависимость между структурно-параметрическими свойствами моделей G_i показателями эффективности ОТС. Наряду с этим, повышение эффективности функционирования $\mathcal{E}_i$ сопряжено, в том числе, со структурными изменениями ее модели G_i .

Так, если исходное состояние $\mathcal{E}_0$ было признано неэффективным, задача структурно-параметрической оптимизации сводится к поиску пути перехода из G_0 в G_{opt} , где G_{opt} – структура состояния $\mathcal{E}_{opt}$, которое является эталонным (оптимальным).

Работы авторов [10–14] сопряжены с исследованием и разработкой различных алгоритмов и операций на графовых моделях систем различного назначения в целях решения оптимизационных задач. Так, например, в исследовании [10] – графовые модели технической, информационной части объекта управления, а также обобщенная модель объекта и реализуемые в них переходы из одного состояния в другое рассмотрены, основываясь на методах, реализованных в теории автоматов; в [11] исследован случайный процесс распространения огня по ребрам двух видов конфигурационных графов со случайными степенями вершин, а также оценены оптимальные значения распределений параметров степеней вершин. В работе

[12] предлагаются математические методы декомпозиции графовых моделей информационных систем (ИС), позволяющие снизить вычислительную сложность задач нахождения временных оценок ИС, а в [14] представлено обобщенное представление сложной системы в виде ее формализации в форме графа с вероятностными значениями его вершин, определяющими конкретное исследуемое свойство структурных элементов изучаемой системы.

Однако в работах не рассмотрены вопросы, связанные с необходимостью структурных преобразований графовых моделей исследуемых систем, а также определения минимального перечня операций на графе, необходимых для требуемого преобразования. Отметим, что процесс перехода из исходного состояния системы в требуемое должен осуществляться с учетом интерпретации реализуемых мероприятий в предметной области.

Постановка цели и задачи исследования

Целью исследования является разработка и реализация метода и алгоритма, направленных на решение оптимизационных задач, которые связаны со структурными преобразованиями моделей организационно-технических систем, и позволяющих учитывать их промежуточные состояния при переходе из исходного состояния в требуемое.

Результаты и обсуждение

В наиболее простом представлении метод структурно-параметрической оптимизации [155] заключается в формировании кортежа $D_{0,opt}$ на основе графа $G_{0,opt}$, определяемого выражением

$$G_{0,opt} = G_0 \Delta G_{opt}, \quad (1)$$

где G_0 – структура исходного состояния, требующего модернизации; Δ – оператор симметрической разности.

Кортеж операций $D_{0,opt}$ на графе $G_{0,opt}$, необходимых для перехода $G_0 \rightarrow G_{opt}$, будет называться кортежем прямого перехода, задаваться как

$$D_{0,opt} = \langle d_h(e_{ij}^k), d_m(v_s) \rangle \forall i; j; s; h = 3, \dots, 7; m = 1, 2$$

и включать в себя семь основных операций: $d_1(v_s)$ – добавление вершины v_s ; $d_2(v_s)$ – удаление вершины v_s ; $d_3(e_{ij}^k)$ – добавление положительной дуги e_{ij}^k ; $d_4(e_{ij}^k)$ – добавление отрицательной дуги; $d_5(e_{ij}^k)$ – удаление дуги; $d_6(e_{ij}^k)$ – изменение знака дуги; $d_7(e_{ij}^k)$ – изменение веса дуги.

Таким образом, если $A_{opt} = (a_{ij}^{opt})_{N \times N}$ и $A_0 = (a_{ij}^0)_{N \times N}$ – матрицы смежности¹ графов G_{opt} и G_0 соответственно, и $a_{ij} = \text{Sign}(e_{ij}^k) \cdot \mu(e_{ij}^k)$, то формирование и пополнение кортежа $D_{0,opt}$ будет осуществляться следующим образом:

$$1) \text{ если } V_0 = V_{opt} \text{ и } \forall i, j: (a_{ij}^{opt} \neq a_{ij}^0), \quad (2)$$

то выполняется проверка условий

¹ Если $|V_0| \neq |V_{opt}|$, то размерность матриц смежности $N \times N$ выбирается для $\max(|V_i|)$

$$\left\{ \begin{array}{l} (a_{ij}^{opt} > 0) \wedge (a_{ij}^0 = 0), \text{ то } d_3(e_{ij}^k) \mapsto D_{0,opt}; \\ (a_{ij}^{opt} < 0) \wedge (a_{ij}^0 = 0), \text{ то } d_4(e_{ij}^k) \mapsto D_{0,opt}; \\ (a_{ij}^{opt} = 0) \wedge (a_{ij}^0 \neq 0), \text{ то } d_5(e_{ij}^k) \mapsto D_{0,opt}; \\ ((a_{ij}^{opt} > 0) \wedge (a_{ij}^0 < 0) \wedge (a_{ij}^{opt} - a_{ij}^0 = 2 \cdot a_{ij}^{opt})) \vee \\ \vee ((a_{ij}^{opt} < 0) \wedge (a_{ij}^0 > 0) \wedge (a_{ij}^{opt} - a_{ij}^0 = 2 \cdot a_{ij}^{opt})), \text{ то } d_6(e_{ij}^k) \mapsto D_{0,opt}; \\ ((a_{ij}^{opt} > 0) \wedge (a_{ij}^0 < 0) \wedge (a_{ij}^{opt} - a_{ij}^0 \neq 2 \cdot a_{ij}^{opt})) \vee \\ \vee ((a_{ij}^{opt} < 0) \wedge (a_{ij}^0 > 0) \wedge (a_{ij}^{opt} - a_{ij}^0 \neq 2 \cdot a_{ij}^{opt})), \text{ то } d_6(e_{ij}^k), d_7(e_{ij}^k) \mapsto D_{0,opt}; \\ ((a_{ij}^{opt} > 0) \wedge (a_{ij}^0 > 0)) \vee ((a_{ij}^{opt} < 0) \wedge (a_{ij}^0 < 0)), \text{ то } d_7(e_{ij}^k) \mapsto D_{0,opt}, \end{array} \right. \quad (3)$$

где $\mapsto$ – оператор включения элемента в множество.

$$2) \text{ если } (V_0 \neq V_{opt}) \wedge (|V_0| > |V_{opt}|), \quad (4)$$

то изначально выполнить операцию:

$$\forall v_i \notin V_{opt} : \left\{ \begin{array}{l} d_2(v_i) \mapsto D_{0,opt}; \\ \forall j : a_{ij}^0 = 0, \end{array} \right.$$

после чего выполнить проверку условий (3) $\forall i, j : (a_{ij}^{opt} \neq a_{ij}^0)$.

$$3) \text{ если } (V_0 \neq V_{opt}) \wedge (|V_0| < |V_{opt}|), \quad (5)$$

то выполнить

$$\forall v_i \notin V_0 : d_1(v_i) \mapsto D_{0,opt},$$

после чего аналогичным образом выполнить проверку условий (3) $\forall i, j : (a_{ij}^{opt} \neq a_{ij}^0)$.

В результате будет сформирован кортеж $D_{0,opt}$ реализуемых операций для перехода из G_0 в G_{opt} , например, $D_{0,opt} = \langle d_1(v_6), d_1(v_7), d_5(e_{16}^3), d_6(e_{34}^5) \rangle$. Как правило, учитывая свойства реализуемых процессов в реальных ОТС, в большинстве случаев является невозможным осуществить структурно-параметрический переход из исходного состояния в оптимальное, используя только тот перечень операций, который содержит кортеж прямого перехода $D_{0,opt}$. Возникает это по причине того, что, например, целенаправленное удаление дуги или вершины в графе (операции $d_5(e_{ij}^k)$ и $d_2(v_i)$ соответственно) интерпретируется как подавление некоторого процесса p_{ij}^k в системе, либо нейтрализация элемента s_i . Зачастую выполнение таких процедур сопровождается дополнительными структурными преобразованиями, сопровождающимися включением сторонних элементов и (или) процессов, позволяющих решить оптимизационную задачу предметной области.

Таким образом, для адаптации ранее разработанного метода [15] возникает необходимость пополнения кортежа $D_{0,opt}$ дополнительными операциями для учета промежуточных

структурно-параметрических состояний графовых моделей и адекватного отражения свойств реализуемых процессов в ОТС.

Рассмотрим произвольный кортеж операций перехода из G_0 в G_{opt} $D_{0,opt} = \langle d_1(v_i) \rangle$. Положим, что выполнение операции добавления вершины $d_1(v_i)$ без перехода в промежуточное состояние G_0^1 невозможно, исходя из свойств системы и структуры G_0 . Пусть для выполнения операции $d_1(v_i)$ нужно предварительно добавить в структуру G_0 дополнительную вершину v_s и положительную дугу e_{sj}^l , где $v_j \in V_0$. Тогда кортеж операций, необходимых для перехода в промежуточное состояние G_0^1 , примет вид:

$$D_i^1 = \langle d_1(v_s), d_3(e_{sj}^l) \rangle,$$

где $i = 1$ – порядковый номер элемента в кортеже $D_{0,opt}$.

Определим, что из структуры G_0^1 может быть осуществлен прямой переход в G_{opt} , тогда кортеж операций для прямого структурного перехода $D_{0,opt}$ будет преобразован в кортеж опосредованного перехода $\tilde{D}_{0,opt}$:

$$\tilde{D}_{0,opt} = D_1^1 \cup D_1^2,$$

где $D_1^2 = \langle d_1(v_i), d_2(v_s), d_5(e_{sj}^l) \rangle$ – кортеж операций для структурного перехода из G_0^1 в G_{opt} и включающее в себя процедуры удаления ранее добавленного элемента v_s и дуги e_{sj}^l . Отметим, что если для структурного перехода из G_0 в G_{opt} требуется большее количество промежуточных состояний, соответственно, будут формироваться дополнительные кортежи D_1^3, D_1^4 и т. д.

В случае, когда $D_{0,opt}$ включает в себя более одного элемента, то формализация решения задачи сводится к формированию кортежей $D_i^1; D_i^2, \dots, D_i^n$ для каждого i -го элемента кортежа $D_{0,opt}$. В результате формирование кортежа операций $\tilde{D}_{0,opt}$ опосредованного перехода из G_0 в G_{opt} будет осуществляться следующим образом:

$$\tilde{D}_{0,opt} = D_1^1 \cup D_1^2 \cup \dots \cup D_1^n \cup \dots \cup D_{|D_{0,opt}|}^1 \cup \dots \cup D_{|D_{0,opt}|}^m, \quad (6)$$

где $(n - 1), (m - 1)$ – количество промежуточных состояний необходимых для выполнения каждой i -й операции, принадлежащей $D_{0,opt}$.

При формировании $\tilde{D}_{0,opt}$ с использованием (6) необходимо учитывать два дополнительных условия:

- 1) если выполнение операций $(d_p(v_s) \in D_{0,opt}) \vee (d_x(e_{ij}^l) \in D_{0,opt})$ возможно без перехода в промежуточное состояние, то $(D_i^1 = \langle d_p(v_s) \rangle) \vee (D_j^1 = \langle d_x(e_{kd}^l) \rangle)$, т. е. D_i^1 и D_j^1 будут состоять только из одного элемента;

- 2) если некоторая операция $d_x(e_{kd}^l)$ одновременно принадлежит нескольким кортежам опосредованного перехода, т. е. $d_x(e_{kd}^l) \in D_i^n$, $d_x(e_{kd}^l) \in D_j^n$, то она исключается из D_j^n при условии, что $i < j$.

Для того, чтобы сократить временные ресурсы при формировании $\tilde{D}_{0,opt}$ можно предложить использование базы данных, которая будет содержать информацию о необходимых дополнительных структурных преобразованиях графовых моделей (промежуточных состояниях) для перехода из G_0 в G_{opt} при явном определении и оценке каждого процесса $p_{ij}^k \in P$, который может быть реализован элементами системы. Такая база данных будет содержать кортежи D_i^n , требуемые для выполнения операций $\forall d_x(e_{kd}^l) \in D_{0,opt}$, и при необходимости может пополняться. Для этого предложим вспомогательный алгоритм, осуществляющий инициализацию всех имеющихся в системе процессов и позволяющий определять состав кортежей D_i^n для каждой операции $d_x(e_{kd}^l)$, входящей в состав исходного кортежа операций $D_{0,opt}$ прямого перехода из G_0 в G_{opt} . Блок-схема такого алгоритма представлена на рисунке 1.

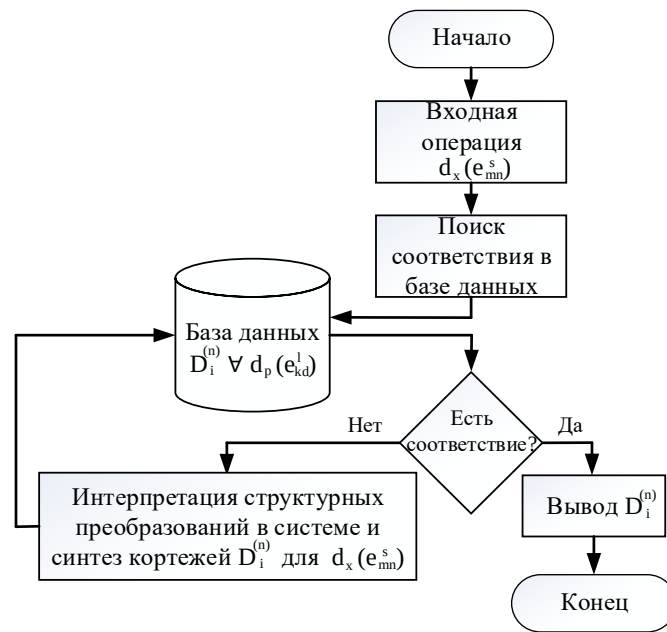


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма определения кортежей D_i^n

Представленный на рисунке 1 алгоритм может быть модернизирован путем включения в состав множества операций временных ресурсов, затрачиваемых на их реализацию, а также добавления блоков оценки эффективности выбранного решения и сравнения с другими решениями, имеющимися в базе.

В таком случае для каждого для каждого i -го элемента кортежа $D_{0,opt}$ может формироваться не одно, а несколько альтернативных вариантов кортежей опосредованного перехода $D_i^n(d_k, t)$ для каждого n -го промежуточного состояния (при их наличии). С учетом временных характеристик операций $d_x(e_{kd}^l)$ кортеж $\tilde{D}_{0,opt}$ может быть представлен в следующем виде:

$$\tilde{D}_{0,opt} = \left\langle d_{x_1}(e_{k_1 d_1}^h) \cdot t(d_{x_1}(e_{k_1 d_1}^h)), \dots, d_{x_m}(e_{k_m d_m}^h) \cdot t(d_{x_m}(e_{k_m d_m}^h)), d_{x_n}(v_j) \cdot t(d_{x_n}(v_j)), \dots \right\rangle \quad (7)$$

где $t(d_{x_1}(e_{k_1 d_1}^h))$ – время реализации некоторой операции $d_{x_1}(e_{k_1 d_1}^h)$.

Такой подход позволяет осуществить поиск кратчайшего пути перехода из G_0 в G_{opt} при помощи выбора пути с наименьшими временными затратами. Так, если $\exists D_i^n(d_k, t)$ и $\exists \hat{D}_i^n(d_s, t)$, где $\hat{D}_i^n(d_s, t)$ – один из альтернативных кортежей для D_i^n , то будет осуществляться проверка условия

$$T_{D_i^n} \leq T_{\hat{D}_i^n} \quad (8)$$

где $T_{D_i^n}$ и $T_{\hat{D}_i^n}$ рассчитываются по формулам:

$$\forall k: T_{D_i^n} = \sum_{i=1}^{|T_{D_i^n}|} t_i(d_k) \quad (9)$$

$$\forall s: T_{\hat{D}_i^n} = \sum_{i=1}^{|T_{\hat{D}_i^n}|} t_i(d_s). \quad (10)$$

Если (8) выполняется, то $D_i^n \mapsto \tilde{D}_{0,opt}$, в противном случае – $\hat{D}_i^n \mapsto \tilde{D}_{0,opt}$.

Апробация разработанного метода

Было рассмотрено некоторое состояние организационно-технической системы $\mathcal{E}_1 = \{S_1, P_1, Q_1\}$ на примере сети связи, такое что $S_1 = \{S_1, S_2, S_3, S_4, S_5\}$, где S_1, S_2 – пользователи сети связи; S_3 – сетевое устройство (коммутатор); S_4, S_5 – нарушители; $P_1 = \{p_{13}^3, p_{31}^{14}, p_{23}^3, p_{32}^{14}, p_{43}^3, p_{53}^3\}$; $Q_1 = \{q_{s_1}(t), q_{s_2}(t), q_{s_3}(t), q_{s_4}(t), q_{s_5}(t)\}$. Анализируя свойства реализуемых процессов в таком состоянии сети, можно прийти к выводу о том, что процессы по эксплуатации сетевого устройства p_{43}^3, p_{53}^3 , реализуемые нарушителями, снижают эффективность функционирования сети связи и, соответственно, приводят к убыванию функции полезности $q_{s_3}(t)$ элемента S_3 , на который направлено их воздействие (т. е. находятся с ним в состоянии системного конфликта). Логичным является вывод о неэффективности такого состояния системы и необходимости структурного перехода в состояние $\mathcal{E}_{opt}$, обладающее требуемой эффективностью. Как правило, такое состояние системы включает в себя только пользователей и процессы, направленные на эксплуатацию сетевого устройства и передачу данных. Таким образом, модели состояний $\mathcal{E}_1$ и $\mathcal{E}_{opt}$ представим на рисунках 2 и 3 в виде графов G_1 и G_{opt} соответственно.

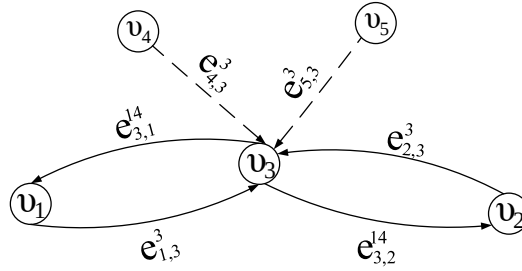


Рисунок 2 – Граф G_1

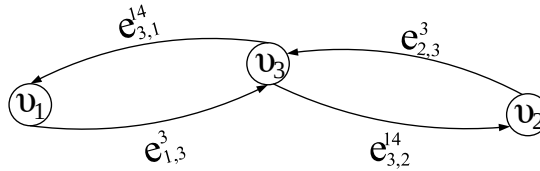


Рисунок 3 – Граф G_{opt}

Применяя разработанный метод, было получено, что кортеж прямого перехода из G_1 в G_{opt} включает в себя операции удаления дуг v_4 и v_5 , поскольку для такого структурно-параметрического перехода в соответствии с (4), выполнение двух операций $d_2(v_4)$ и $d_2(v_5)$ является необходимым и достаточным. В таком случае подразумевается то, что удаление дуг e_{43}^3 и e_{53}^3 происходит автоматически при удалении смежных с ними вершин v_4 и v_5 . Тогда переход в оптимальное состояние G_{opt} осуществляется с использованием операций, являющихся элементами кортежа $D_{1,opt} = \langle d_2(v_4), d_2(v_5) \rangle$.

Исходя из свойств данной ОТС, необходимо отметить, что для нейтрализации конфликтного воздействия со стороны нарушителей на сетевое устройство возникает необходимость включения в состав системы дополнительного элемента S_6 – инженера, реализующего процесс управления коммутатором p_{63}^4 , подразумевающего отключение портов коммутатора, либо ограничение их пропускной способности в целях нейтрализации вредоносной деятельности элементов S_4 и S_5 в сегменте сети связи. Такое обоснование позволило разработать модели G_1^1 и G_2^1 промежуточных состояний для перехода из G_1 в G_{opt} для каждого элемента $D_{1,opt}$. В силу эквивалентности природы элементов S_4 и S_5 , реализуемых ими процессов p_{43}^3 , p_{53}^3 и выполняемых операций $d_2(v_4)$ и $d_2(v_5)$, был сформулирован вывод о том, что графы G_1^1 и G_2^1 соответствуют друг другу (см. рисунок 4).

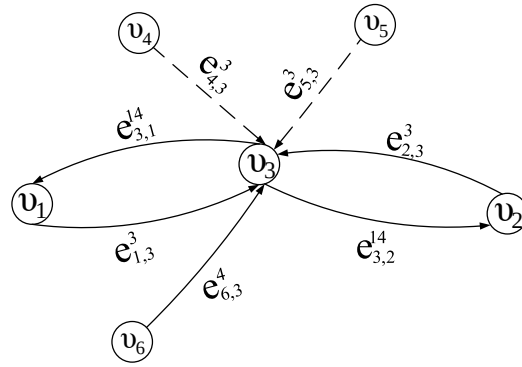


Рисунок 4 – Граф $G_1^1 = G_2^1$

Таким образом, если $|D_{1,opt}| = 2$, то

$$\tilde{D}_{1,opt} = \left(\bigcup_{i=1}^n D_1^i \right) \cup \left(\bigcup_{i=1}^m D_2^i \right).$$

Исходя из условий формирования кортежей операций (3), было получено, что

$$D_1^1 = D_2^1 = \langle d_1(v_6), d_3(e_{63}^4) \rangle;$$

$$D_1^2 = \langle d_2(v_4), d_2(v_6), d_5(e_{63}^4) \rangle;$$

$$D_2^2 = \langle d_2(v_5), d_2(v_6), d_5(e_{63}^4) \rangle.$$

Поскольку $D_1^1 = D_2^1$, то из второго дополнительного условия формирования $\tilde{D}_{1,opt}$ следует, что

$$\begin{cases} D_2^1 = \emptyset; \\ D_2^2 = \{d_2(v_5)\}. \end{cases}$$

$$\text{Тогда } \tilde{D}_{1,opt} = D_1^1 \cup D_1^2 = \langle d_1(v_6), d_3(e_{63}^4), d_2(v_4), d_2(v_5), d_2(v_6), d_5(e_{63}^4) \rangle.$$

После того как кортеж $\tilde{D}_{1,opt}$ был сформирован, целесообразно перейти к интерпретации его элементов в предметной области и внесению решения в базу данных, если до этого оно отсутствовало.

Заключение и выводы

Разработанный метод структурно-параметрической оптимизации моделей организационно-технических систем и его реализация позволяют определять перечень операций, необходимых для структурного преобразования моделей ОТС. Благодаря разработанному методу можно оценивать длину как прямого, так и опосредованного пути перехода из исходного состояния в требуемое, обусловленного свойствами процессов, реализуемых в конкретной ОТС.

Учет временных интервалов выполнения каждой операции на графе для структурно-параметрического перехода позволит оценивать и прогнозировать продолжительность реализации комплекса мероприятий по оптимизации любой ОТС и, соответственно, оценивать различные пути решения поставленных задач.

Программная реализация разработанного метода позволит определять перечень мероприятий, направленных на модернизацию и оптимизацию ОТС в целях повышения эффективности ее процессов функционирования, а также существенно сократить временные затраты на поиск оптимальных решений.

Литература

1. Белов, М. В. Управление жизненными циклами организационно-технических систем / М. В. Белов, Д. А. Новиков. – Москва : Ленанд, 2020. – 384 с. – Текст : непосредственный.
2. Компьютерная поддержка сложных организационно-технических систем / В. В. Борисов [и др.]. – Москва : Горячая линия – Телеком, 2002. – 154 с. – Текст : непосредственный.
3. Мистров, Л. Е. Метод структуризации конфликтного взаимодействия организационно-технических систем / Л. Е. Мистров, Д. А. Первухин, Ю. В. Ильюшин. – Текст : непосредственный // Записки Горного института. – 2014. – Т. 208. – С. 263–266.
4. Дружинин, В. В. Введение в теорию конфликта / В. В. Дружинин, Д. С. Конторов, М. Д. Конторов. – Москва : Радио и связь, 1989. – 288 с. – Текст : непосредственный.
5. Сысоев, В. В. Конфликт. Сотрудничество. Независимость. Системное взаимодействие в структурно-параметрическом представлении / В. В. Сысоев. – Москва : Московская академия экономики и права, 1999. – 151 с. – Текст : непосредственный.
6. Светлов, В. А. Управление конфликтом. Новые технологии принятия решений в конфликтных ситуациях : учебное пособие / В. А. Светлов. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. – 136 с. – Текст : непосредственный.
7. Кристофидес, Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес. – Москва : Мир, 1978. – 427 с. – Текст : непосредственный.
8. Попов, А. В. Условия и порядок проведения натурного эксперимента на сегменте сети связи специального назначения / А. В. Попов. – Текст : непосредственный // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем : сб. мат. конф., Воронеж, 09 июня 2022 года. – Воронеж : ВИ МВД России, 2022. – С. 80–82.
9. Попов, А. В. Исследование взаимосвязи между конфликтными свойствами и показателями эффективности организационно-технических систем на примере сети связи специального назначения / А. В. Попов, О. В. Пьянков. – Текст : непосредственный // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2022. – Т. 20. – № 4. – С. 39–60.
10. Кобзев, В. В. Разработка обобщенной модели объекта управления и действий оператора на основе графа переходов / В. В. Кобзев, А. П. Чернев. – Текст : непосредственный // Морской вестник. – 2018. – № 3(67). – С. 96–98.
11. Лери, М. М. Пожар на конфигурационном графе со случайными переходами огня по ребрам / М. М. Лери. – Текст : непосредственный // Информатика и ее применения. – 2015. – Т. 9, № 3. – С. 65–71.
12. Меньших, В. В. Декомпозиция графовых моделей информационных систем / В. В. Меньших, Е. Ю. Никулина. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института МВД России. – 2009. – № 4. – С. 126–131.
13. Цветков, А. Ю. Использование формулы Мейсона для преобразования структурных схем и ориентированных графов / А. Ю. Цветков, И. Р. Федоров. – Текст : непосредственный // Инновации. Наука. Образование. – 2021. – № 34. – С. 1175–1180.
14. Структурный графовый подход к математическому моделированию исследований динамики сложных информационных систем / А. С. Дубровин, Т. И. Касаткина, В. А. Павлов, С. Ю. Болотова. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2017. – № 4. – С. 36–47.
15. Пьянков, О. В. Метод синергетической модификации эргатических систем предметного назначения / О. В. Пьянков, А. В. Попов. – Текст : непосредственный // Вестник Воронежского института МВД России. – 2019. – № 4. – С. 64–72.

**ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОГНОЗА
ПОСРЕДСТВОМ МЕТОДОВ ОБЪЕДИНЕНИЯ ПРОГНОЗОВ**

Русанов Михаил Александрович

*руководитель центра информационно-аналитических систем,
Югорский научно-исследовательский институт информационных технологий
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: rusanovma@uriit.ru*

Шергин Сергей Николаевич

*кандидат физико-математических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: ssn@ugrasu.ru*

Татьянкин Виталий Михайлович

*кандидат технических наук, доцент
БУ ВО «Сургутский государственный университет»
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: bambar@bk.ru*

Предмет исследования: статья посвящена сравнению методов прогнозирования и методов объединения прогнозов при прогнозировании среднемесячной заработной платы для некоторых регионов Российской Федерации за период с января 2013 года по июль 2022 года.

Цель исследования: проверить гипотезу о повышении качества прогноза посредством методов объединения прогнозов.

Методы и объекты исследования: для сравнения методов прогнозирования и методов объединения прогнозов используются временные ряды среднемесячной заработной платы в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре, Ямало-Ненецком автономном округе и Свердловской области. В работе рассматриваются методы прогнозирования: TBATS, ARI-MA, экспоненциальное сглаживание, ETS, Theta, STL, полиномиальная регрессия и подход в объединении прогнозов методом Грейнджера-Раманатхана.

Основные результаты исследования: в работе представлены результаты сравнения методов прогнозирования и подхода в объединении прогнозов методом Грейнджера-Раманатхана. Временные ряды среднемесячной заработной платы были взяты из статистических сборников Росстата. Горизонт прогноза задавался на 12, 18 и 24 точки. Метод Грейнджера-Раманатхана показал, что в большинстве случаев получается повысить качество прогноза методом объединения частных прогнозов.

Ключевые слова: прогнозирование, объединение прогнозов, метод Грейнджера-Раманатхана.

**IMPROVING THE QUALITY OF THE FORECAST
THROUGH METHODS OF COMBINING FORECASTS**

Mikhail A. Rusanov

*Head of the center for information and analytical systems,
Yugorsky research institute of information technologies
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: rusanovma@uriit.ru*

Sergey N. Shergin

*Candidate of Physics and Mathematics,
Associate Professor of the Department of Information Technology,
Yugra State University
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: ssn@ugrasu.ru*

Vitaliy M. Tatjankin

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Information Technology,
Surgut State University
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: bambar@bk.ru*

Subject of research: The article is devoted to the comparison of forecasting methods and methods of combining forecasts when forecasting average monthly wages for some regions of the Russian Federation for the period from January 2013 to July 2022.

Purpose of the study: To test the hypothesis of improving forecast quality through forecast pooling methods.

Methods and objects of research: Time series of average monthly wages in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Yamal-Nenets Autonomous Okrug and Sverdlovsk region are used to compare forecasting methods and methods of combining forecasts. The paper considers forecasting methods: TBATS, ARIMA, exponential smoothing, ETS, Theta, STL, polynomial regression and the approach in combining forecasts by the Granger-Ramanathan method.

Main results of research: The paper presents the results of comparison of forecasting methods and approach in combining forecasts by Granger-Ramanathan method. Time series of average monthly wages were taken from statistical collections of Rosstat. The forecast horizon was set at 12, 18 and 24 points. The Granger-Ramanathan method showed that in most cases it is possible to improve the quality of the forecast by combining private forecasts.

Keywords: forecasting, forecast pooling, Granger-Ramanathan method.

Введение

При проведении исследования был подготовлен обзор литературы по вопросам улучшения качества прогнозов социально-экономических показателей за счет использования методов объединения прогнозов, которые, как показывает практика, демонстрируют лучшие результаты по сравнению с частными моделями прогнозирования.

Вначале были проанализированы статьи, содержащие подходы поиска косвенных показателей, использующихся при прогнозировании социально-экономических показателей. Например, в статье [1] говорится об использовании интеллектуального анализа текста для анализа настроений в новостных онлайн-порталах для предсказания тенденции цен на акции. В статье [2] используется подход применения графа знаний для выявления наиболее значимых связанных показателей с исследуемым показателем. Подобные исследования [1, 2] требуют проведения дополнительных работ по сбору большого объема данных, предобработке и разметке данных, что в разы увеличивает объем исследований.

В статье [3] представлена ретроспектива темы объединенных прогнозов за 50 лет и охватывает все основные направления исследования в этой области.

В данной работе представлен обзор литературы по объединению прогнозов, а также ссылки на доступные реализации программного обеспечения с открытым исходным кодом. Обсуждаются вопросы потенциала и ограничений различных методов объединения прогно-

зов. Также во введении статьи отмечается рост статей WoS до 13,8%, относящихся к теме объединения прогнозов среди всех статей, относящихся к прогнозированию.

Отдельно авторы выделяют вклад соревнования M-Competition [4, 5] в развитие темы прогнозирования временных рядов.

В статье [6] приводится обзор методов прогнозирования, который рассматривает качество различных методов для прогнозирования экономических показателей, а также разные оценки для валидации качества прогноза.

Среди российских исследователей можно выделить группу исследователей Института экономики РАН [7]. В основе работ лежит подход в объединении прогнозов методами Грейнджера-Раманатхана, метод матрицы парных предпочтений и метод линейной комбинации частных прогнозов с различными весами (веса определяются по матрице коэффициентов парной корреляции).

Для построения частных прогнозов использовались методы: гармонических весов (MGV), адаптивного экспоненциального сглаживания с использованием трэкинг-сигнала (MAEKS), экспоненциального сглаживания (MEKS) и модель Бокса-Дженкинса (ARIMA).

Оценка и сравнение методов проводилось по двум оценкам: средняя абсолютная ошибка и средняя относительная ошибка. Лучший результат показали методы Грейнджера-Раманатхана. Авторы статьи отмечают, что методы хорошо описывают не только плавные изменения, но и кризисные годы с резкими перепадами. Также у авторов статьи [7] можно отметить еще ряд статей посвященных сравнению методов прогнозирования [8, 9, 10].

Результаты и обсуждение

Постановка задачи

Целью статьи является проверка гипотезы о повышении качества прогноза посредством методов объединения прогнозов.

Для проверки гипотезы были решены задачи:

- 1) Подготовлены временные ряды для показателя «Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций по субъектам Российской Федерации с 2013 года (по месяцам), рублей» для ХМАО-Югры, ЯНАО и Свердловской области.
- 2) Рассчитаны прогнозы частными моделями прогнозирования и методом объединения прогнозов Грейнджера-Раманатхана.
- 3) Проведен сравнительный анализ качества прогноза частными моделями прогнозирования и методом объединения прогнозов Грейнджера-Раманатхана.

Решение

Для проверки гипотезы были выбраны частные модели прогнозирования: TBATS, ARIMA, exponential smoothing (экспоненциальное сглаживание), ETS, Theta, STL, полиномиальная регрессия (Polinom) и метод объединения прогнозов Грейнджера-Раманатхана.

Для проведения эксперимента использовались программные реализации методов прогнозирования из библиотеки skitime языка программирования python. Метод объединения прогнозов был написан на языке программирования python по описанию, представленному в статье [7].

Модель для временных рядов с множественной сезонностью TBATS рассматривалась в работах [11, 12]. TBATS это аббревиатура из:

- Trigonometric seasonality;
- Box-Cox transformation;
- ARMA errors;
- Trend;
- Seasonal components.

Модель была разработана для прогнозирования временных рядов с несколькими сезонными периодами. Например, ежедневные данные могут иметь как недельный, так и годовой компонент сезонности. Также и почасовые данные могут иметь несколько периодов: дневной, недельный или годовой. В рассматриваемом методе преобразование по методу Вох-Сох применяется к исходному временному ряду, а затем он моделируется как линейная комбинация экспоненциально сглаженного тренда, сезонного компонента и компонента ARMA. Сезонные компоненты моделируются тригонометрическими функциями через ряды Фурье.

Модель ARIMA представляет собой обобщение модели авторегрессионного скользящего среднего и адаптируется к данным временных рядов для прогнозирования будущих точек. Модели ARIMA могут быть особенно эффективными в тех случаях, когда данные свидетельствуют о нестационарности.

Модель экспоненциального сглаживания (модель Хольта-Винтерса) является одним из методов прогнозирования с использованием экспоненциального сглаживания. Рассматриваемая модель применялась в работе [13]. Сглаживание состоит в создании взвешенного скользящего среднего, вес которого определяется по схеме: чем старше информация об изучаемом явлении, тем меньше значение для текущего прогноза.

Модель экспоненциального сглаживания ETS (M, A, N) реализована так, что в модели учитывается мультипликативная ошибка («M» на первой позиции), аддитивный тренд («A» на второй позиции) и сезонность («N» на третьей позиции) [13].

Theta (theta-метод) основан на концепции преобразования временного ряда с помощью некоторого коэффициента [14, 15]. Полученный ряд сохраняет среднее значение и тенденцию исходных данных, а не их отклонения. Такие ряды называются theta-рядами. Их основной качественной характеристикой является усовершенствование адекватности долгосрочной тенденции данных или увеличение краткосрочных характеристик, в зависимости от значения коэффициента. При применении данной модели исходный временной ряд представляется в виде двух и более theta-рядов. Прогноз делается отдельно для каждого ряда, а итоговый прогноз – это усредненное значение полученных значений.

Модель декомпозиции с сезонностью и трендом (STL) раскладывает временной ряд на сезонный компонент, объединенный тренд, циклический компонент и компонент «погрешности» [16].

Полиномиальная регрессия – это частный случай линейной регрессии, когда подбирается полиномиальное уравнение для данных с криволинейной зависимостью между целевой переменной и независимыми переменными [17].

Для объединения прогнозов использовался метод Грейнджера-Раманатхана с 3, 4 и 5 моделями для объединения. Для каждого объединения прогнозов в сравнении результатов прогнозирования указано свое название: Grandger-3, Grandger-4 и Grandger-5.

Для проведения эксперимента использовались временные ряды «Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций по субъектам Российской Федерации с 2013 года (по месяцам), рублей» для регионов РФ: ХМАО-Югра, ЯНАО, Свердловская область.

Результаты оценки качества прогноза частными методами прогнозирования и методом объединения прогнозов приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1

Результат прогнозирования показателя по данным для ЯНАО

Горизонт прогноза	12 месяцев			18 месяцев			24 месяца		
Модель	Оценки			Оценки			Оценки		
	SMAPE	MAE	MdAE	SMAPE	MAE	MdAE	SMAPE	MAE	MdAE
ExpSmooth	0.041	5459	3087	0.036	4516	2957	0.031	3973	2856
ETS	0.064	8202	6553	0.042	5304	3776	0.043	5485	4520
Theta	0.083	10929	10894	0.070	9014	7476	0.068	8775	8888
ARIMA	0.086	10987	9240	0.045	5729	4512	0.050	6373	5329

Polinom	0.082	10808	8922	0.087	11211	9000	0.095	11438	9873
STL	0.057	7388	5783	0.041	5146	4175	0.038	4832	4093
TBATS	0.049	6542	7410	0.062	7461	4008	0.049	5930	3662
Grandger – 3	0.028	3601	2072	0.038	4873	3439	0.033	4140	3211
Grandger – 4	0.032	4093	3749	0.036	4491	4090	0.031	4004	2761
Grandger – 5	0.030	3943	2733	0.035	4394	2454	0.030	3861	2360

Таблица 2

Результат прогнозирования показателя по данным для ХМАО-Югры

Горизонт прогноза	12 месяцев			18 месяцев			24 месяца		
Модель	Оценки			Оценки			Оценки		
	SMAPE	MAE	MdAE	SMAPE	MAE	MdAE	SMAPE	MAE	MdAE
ExpSmooth	0,049	4939	4380	0,061	6030	3564	0,056	5418	3095
ETS	0,059	5701	3196	0,068	6631	4195	0,061	5261	5254
Theta	0,073	7194	5988	0,078	7578	6066	0,082	7805	4994
ARIMA	0,048	4711	2313	0,077	7426	4304	0,068	6588	3947
Polinom	0,109	10747	9137	0,095	9271	7674	0,098	8935	8122
STL	0,053	5262	4136	0,068	6643	4429	0,066	6465	3647
TBATS	0,042	4115	3500	0,051	4999	2865	0,057	5569	2631
Grandger – 3	0,038	3738	2450	0,049	4934	3231	0,053	5134	2986
Grandger – 4	0,031	3022	2031	0,045	4435	2771	0,043	4069	3015
Grandger – 5	0,038	3809	2323	0,054	5320	3360	0,047	4295	3993

Таблица 3

Результат прогнозирования показателя по данным для Свердловской области

Горизонт прогноза	12 месяцев			18 месяцев			24 месяца		
Модель	Оценки			Оценки			Оценки		
	SMAPE	MAE	MdAE	SMAPE	MAE	MdAE	SMAPE	MAE	MdAE
ExpSmooth	0.017	941	602	0.052	2774	2435	0.054	2821	2812
ETS	0.046	2505	2288	0.073	3853	3545	0.073	3843	3569
Theta	0.051	2816	2731	0.080	4261	3958	0.091	4772	4295
ARIMA	0.021	1136	875	0.065	3465	3546	0.068	3595	3107
Polinom	0.047	2642	1835	0.048	2647	1762	0.053	2815	1972
STL	0.046	2520	2703	0.091	4808	4317	0.080	4229	4148
TBATS	0.022	1222	770	0.055	2941	2315	0.072	3743	3658
Grandger – 3	0.016	924	661	0.023	1173	912	0.035	1802	1550
Grandger – 4	0.013	707	556	0.016	878	367	0.036	1813	1397
Grandger – 5	0.020	1118	896	0.032	1776	932	0.025	1258	1086

Заключение и выводы

В статье приводится сравнение методов прогнозирования и метода объединения прогнозов Грейнджера-Раманатхана на примере прогнозирования показателя «Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников по полному кругу организаций по субъектам Российской Федерации с 2013 года (по месяцам), рублей» для регионов РФ: ХМАО-Югра, ЯНАО, Свердловская область. Результаты сравнения показывают, что метод объединения прогнозов имеет более высокое качество прогнозирования, чем частные модели прогнозирования.

В статье применяется метод Грейнджера-Раманатхана без ограничения параметров, что не позволяет описать влияние каждой модели, входящей в объединение, на итоговый результат. Но в дальнейшем планируется рассмотреть метод Грейнджера-Раманатхана с ограничениями и линейную комбинацию объединения прогнозов.

Литература

1. Xie, Y. Stock Market Forecasting Based on Text Mining Technology: A Support Vector Machine Method / Y. Xie, H. Jiang // *Journal of Computers*. – 2019. – V. 12, № 1. – P. 500–510. – DOI: 10.17706/jcp.12.6.500-510.
2. Tilly, S. Macroeconomic forecasting with statistically validated knowledge graphs / S. Tilly, G. Livan. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2104.10457.pdf> (date of application: 08.12.2022).
3. Wang, X. Forecast combinations: an over 50-year review / X. Wang, B.J. Hyndman, F. Li, Y. Kang. – URL: <https://arxiv.org/pdf/2205.04216.pdf> (date of application: 08.12.2022).
4. Makridakis, S. The M4 Competition: 100,000 time series and 61 forecasting methods / S. Makridakis, E. Spiliotis, V. Assimakopoulos // *International Journal of Forecasting*. – 2020. – V. 36, № 1. – P. 54–74. – DOI: 10.1016/j.ijforecast.2019.04.014.
5. Макридакис Соревнования – Makridakis Competitions // Интернет-ресурс wiki. – URL: https://wikisru.ru/wiki/Makridakis_Competitions (дата обращения 08.12.2022). – Текст : электронный.
6. Makridakis, S. Statistical and Machine Learning forecasting methods: Concerns and ways forward / S. Makridakis, E. Spiliotis, V. Assimakopoulos // *PLOS ONE*. – 2018. – V. 27. – DOI: 10.1371/journal.pone.0194889.
7. Френкель, А. А. Сравнительный анализ методов построения объединенного прогноза / А. А. Френкель, Н. Н. Волкова, А. А. Сурков, Э. И. Романюк. – Текст : электронный // *Вопросы статистики*. – 2017. – URL : <https://voprstat.elpub.ru/jour/article/view/535/488> (дата обращения 08.12.2022).
8. Френкель, А. А. Использование методов гребневой регрессии при объединении прогнозов / А. А. Френкель, Н. Н. Волкова, А. А. Сурков, Э. И. Романюк. – Текст : непосредственный // *Финансы: теория и практика*. – 2018. – DOI: 10.26794/2587-5671-2018-22-4-6-17.
9. Сурков, А. А. Применение метода попарных сравнений при объединении экономических прогнозов / А. А. Сурков. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-poparnyh-sravneniy-pri-obedinenii-ekonomicheskikh-prognozov/viewer> (дата обращения 08.12.2022). – Текст : электронный.
10. Сурков, А. А. Объединение экономических прогнозов с использованием экспертной информации / А. А. Сурков. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obedinenie-ekonomicheskikh-prognozov-s-ispolzovaniem-ekspertnoy-informatsii/viewer> (дата обращения 08.12.2022). – Текст : электронный.
11. De Livera, A. M. Forecasting time series with complex seasonal patterns using exponential smoothing / A. M. De Livera, R. J. Hyndman, R. D. Snyder // *Journal of the American Statistical Association*. – 2012. – V. 106, № 496. – P. 1513–1527. – DOI: 10.1198/jasa.2011.tm09771
12. Hyndman, R. J. Forecasting: principles and practice / R.J. Hyndman, G. Athanasopoulos. – URL: <https://otexts.com/fpp3/> (date of application: 19.04.2020).
13. Иванов, С. А. Использование модели Хольта для прогнозирования изменения температурного режима в закрытом грунте / С. А. Иванов, И. Ю. Квятковская. – Текст : непосредственный // *Вестник СГТУ* – 2016. – Т. 82, № 1. – 4 с.
14. Assimakopoulos, V. The theta model: a decomposition approach to forecasting / V. Assimakopoulos, K. Nikolopoulos // *International Journal of Forecasting*. – 2000. – V. 16, №4. – P. 521-530. – DOI: 10.1016/S0169-2070(00)00066-2
15. Hyndman, R. J. Unmasking the Theta method / R. J. Hyndman, B. Billah // *International Journal of Forecasting*. – 2003. – V. 19, №2. – P. 287-290. – DOI: 10.1016/S0169-2070(01)00143-1
16. Cleveland, R. B. STL: A Seasonal-Trend Decomposition Procedure Based on LOESS / R. B. Cleveland, W. S. Cleveland, J.E. McRae, I. Terpenning // *Journal of Official Statistics*. – 1990. – V. 6. – P. 3-73.
17. Proietti, T. Real time estimation in local polynomial regression, with application to trend-cycle analysis / T. Proietti, A. Luati // *The Annals of Applied Statistics*. – 2009. – V. 2, №4. – P. 1523-1553. – DOI: 10.1214/08-AOAS195.

УГОЛОВНОЕ ПРАВО
И КРИМИНОЛОГИЯ

**ДЕНОНСАЦИЯ СТРАСБУРГСКОЙ КОНВЕНЦИИ ОБ УГОЛОВНОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОРРУПЦИЮ: ИЗМЕНЕНИЕ РОССИЙСКОЙ
АНТИКОРРУПЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ ИЛИ ВЫНУЖДЕННАЯ ЗАЩИТА
НАЦИОНАЛЬНЫХ ИНТЕРЕСОВ?**

Блашкова Людмила Леонидовна

*соискатель Высшей школы права,
ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: luida4@yandex.ru*

Предмет исследования: источники национального и международного права, обеспечивающие регламентацию противодействия коррупции.

Цель исследования: определить или исключить риски снижения эффективности антикоррупционной деятельности после денонсации Россией Конвенции об уголовной ответственности за коррупцию (Страсбург, 1999 год).

Методы и объекты исследования: в процессе проведения исследования использовались общенаучные методы познания, которые применяются в юридических науках. Диалектический метод применялся при общей оценке рисков отказа от международного взаимодействия в борьбе с коррупцией, логический метод, методы сопоставительного анализа и синтеза использовались при изучении нормативно-правовых актов современного российского антикоррупционного законодательства и соответствующих источников международного права. Дополнительно применялись и иные частнонаучные методы исследования.

Основные результаты исследования: Российская Федерация, денонсировав Страсбургскую конвенцию 1999 года об уголовной ответственности за коррупцию, не пересмотрела стратегические цели и задачи антикоррупционной деятельности. Коррупция по-прежнему рассматривается как угроза национальной безопасности, а борьба с данным социально опасным явлением является приоритетным направлением государственной политики. Денонсация указанной Конвенции и выход России из состава специализированной международной организации – Группы государств по борьбе с коррупцией (ГРЕКО) обусловлен необходимостью защиты национальных интересов и сохранения статуса полноправного участника международных отношений.

Ключевые слова: уголовная ответственность за коррупцию, международные отношения по противодействию коррупции, источники международного права, должностные преступления, признаки коррупционного правонарушения.

**DENNATION OF THE STRASBOURG CRIMINAL CONVENTION FOR CORRUPTION:
CHANGE IN RUSSIAN ANTI-CORRUPTION POLICY
OR FORCED PROTECTION OF NATIONAL INTERESTS?**

Lyudmila L. Blashkova

*Applicant at the Higher School of Law,
Yugra State University
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: luida4@yandex.ru*

Subject of research: sources of national and international law that provide regulation of anti-corruption.

Purpose of research: to identify or eliminate the risks of a decrease in the effectiveness of anti-corruption activities after Russia's denunciation of the Criminal Law Convention on Corruption (Strasbourg, 1999).

Methods and objects of research: In the process of conducting the research, general scientific methods of cognition, which are used in legal sciences, were used. The dialectical method was used in a general assessment of the risks of refusing international cooperation in the fight against corruption, the logical method, methods of comparative analysis and synthesis were used in the study of regulations of modern Russian anti-corruption legislation and relevant sources of international law. Additionally, other private scientific research methods were also used.

Main results of research: the Russian Federation, having denounced the 1999 Strasbourg Convention on Criminal Liability for Corruption, did not revise the strategic goals and objectives of anti-corruption activities. Corruption is still considered a threat to national security, and the fight against this socially dangerous phenomenon is a priority of government policy. The denunciation of this Convention and Russia's withdrawal from the specialized international organization – the Group of States against Corruption (GRECO) is due to the need to protect national interests and maintain the status of a full participant in international relations.

Keywords: criminal liability for corruption, international relations to combat corruption, sources of international law, malfeasance, signs of a corruption offense.

Введение

С 2014 года Российская Федерация стала для многих стран международного сообщества объектом для санкционного давления и иного недружественного проявления. Наивысшего предела такая международная политика достигла в 2022 году, когда страны-члены Североатлантического альянса почти открыто обозначили необходимость ущемления интересов внешней безопасности России. Задолго до этого на территории Украины в качестве средства политико-агрессивного воздействия последовательно формировался режим, обеспечивающий поддержку националистической антироссийской идеологии. Специальная военная операция, начавшаяся 24 февраля 2022 года, стала рассматриваться многими странами в качестве формального повода для дискриминации России как полноправного участника ряда международных организаций, а не вынужденной мерой, направленной на обеспечение внешней безопасности России и защиты населения Донбасса [1].

В марте 2022 года решением Комитета министров Совета Европы прекращено членство России в ГРЕКО. Россия лишалась права голоса, участия в обсуждении или принятии докладов членов ГРЕКО, но по-прежнему несла обязательства, возлагаемые на страну-участницу указанной международной организации. Ответной мерой со стороны России стала денонсация Конвенции об уголовной ответственности за коррупцию Федеральным законом от 28.02.2023 №42-ФЗ. В таких условиях возникает необходимость научного осмысления вопроса о том, насколько денонсация Страсбургской конвенции 1999 года изменит ключевые подходы осуществляемой Россией антикоррупционной деятельности.

Результаты и обсуждение

Нормотворческая деятельность Европейского Союза и Комитета министров Совета Европы имеет свою специфику в части регламентации противодействия коррупции. В отдельных случаях здесь наблюдается устойчивое стремление к детализации не только правил взаимодействия по осуществлению антикоррупционной деятельности в странах, имеющих

представительство в названных организациях, но и, например, особенностей ответственности за коррупционные правонарушения, сфер осуществления борьбы с коррупцией, круга отдельных должностных лиц, служебная деятельность которых подвержена коррупционным рискам.

Резолюцией Комитета министров Совета Европы от 06.11.1997 №(97) 24 «О двадцати руководящих принципах борьбы против коррупции» закреплены двадцать руководящих принципов борьбы с коррупцией. Здесь же определены основополагающие обязательства стран Совета Европы, выполнение которых обеспечит эффективность противодействия коррупции: проведение различных превентивных и профилактических мер, криминализация коррупционных действий на уровне национального и международного законодательства, конфискация преступных (коррупционных) доходов, обеспечение специализации органов власти в области антикоррупционной деятельности и др.

Учитывая название, в данном документе должны раскрываться и отличительные особенности коррупции как вида социально негативного явления либо как вида противоправной деятельности, причиняющей значительный вред не только внутригосударственным, но и международным интересам, вследствие чего признаваемой разновидностью преступлений международного характера [2, с. 89-91, 3]. Но Резолюция не содержит определения коррупции (или коррупционного преступления) или хотя бы приблизительного перечня видов коррупционных преступлений.

Особенности юридической ответственности за коррупционные правонарушения раскрываются преимущественно в двух страсбургских конвенциях, принятых в 1999 году. Одна из них указывает на специфику применения уголовной ответственности, а другая перечисляет меры гражданско-правовой ответственности за коррупцию. Так, государства-члены Совета Европы в Конвенция Совета Европы от 27.01.1999 №173 «Об уголовной ответственности за коррупцию» устанавливают наказания, применяемые за «уголовные правонарушения», которые должны быть предусмотрены национальным законодательством о противодействии коррупции (гл. II). В действительности здесь речь ведется о видах преступлений, которые должны быть закреплены в нормативных актах каждого государства, ратифицировавшего указанную конвенцию.

Данный нормативный акт содержит значительный перечень видов «коррупционных правонарушений» (ст. 2-14), к которым относятся: активный и пассивный подкуп национальных и иностранных должностных лиц, злоупотребление влиянием в корыстных целях, отмывание доходов, полученных в результате совершения коррупционных действий, правонарушения в сфере бухгалтерского учета и др. Кроме видов уголовно-наказуемых коррупционных правонарушений, здесь предусматриваются и виды мер ответственности, которые государства-участники Совета Европы также обязуются применять в процессе осуществления борьбы с коррупцией.

Включаемые в область регламентации данным институтом антикоррупционные меры в действительности носят комплексный межотраслевой характер, хотя официально включены в объем уголовной ответственности. К примеру, в ст. 19 рассматриваемой конвенции указывается на существенную тяжесть (общественную опасность) коррупционных правонарушений, вследствие чего государства, признавшие обязательность выполнения конвенционных положений, предусматривают на уровне национального законодательства наказания в виде лишения свободы к физическим лицам, признанным виновными в совершении коррупционных правонарушений. Уголовная ответственность в отношении юридических лиц, привлекаемых к уголовной ответственности за совершение указанных правонарушений, реализуется путем применения иных уголовных наказаний, в т. ч. финансового характера, предусмотренных нормативными актами как уголовного, так и иного законодательства. Особое внимание в системе уголовных наказаний, применяемых за коррупционные правонарушения, отводится конфискации имущества. Ее применение должно быть гарантировано каждым государством-участником в отношении следующих материальных ценностей:

- а) орудий совершения коррупционного правонарушения;
- б) доходов, полученных в результате совершения коррупционных правонарушений, либо принадлежащего виновному имуществу, стоимость которого эквивалентна сумме неправомерно полученных доходов от осуществления коррупционной деятельности.

Л. И. Сибгатуллина обращает внимание на то, что антикоррупционная деятельность, осуществляемая на международном уровне, преследует несколько целей. Одной из них является восстановление нарушенных прав и законных интересов [4, с. 112]. Поэтому вполне логичной видится концепция разделения мер уголовно-правового пресечения (предупреждения, профилактики) коррупционных правонарушений и восстановительных мер, направленных на изъятие имущества, доходов и иных благ, полученных в результате совершения коррупционного правонарушения. Последние могут быть эффективно реализованы путем применения гражданско-правовых институтов возмещения вреда, причиненного в результате совершения противоправных действий, в связи с чем и возникла необходимость принятия отдельного международного акта европейского права о гражданско-правовой ответственности за коррупцию.

Страсбургская Конвенция от 4 ноября 1999 года в действительности предусматривает не дополнительные меры гражданско-правового характера за коррупционные правонарушения, а, напротив, обязывает предусмотреть в национальном законодательстве средства эффективной правовой защиты лиц, которым был причинен ущерб в результате совершения коррупционного правонарушения. Таким образом, данным документом закреплены виды обеспечительных мер, направленных на компенсацию имущественного (реальный ущерб и упущенная выгода) и нематериального вреда лицу, пострадавшему от коррупционных действий.

Особенность приведенной конвенции заключается в несвойственном для международных нормативных актов императиве полного восприятия всех его положений государствами, которые приняли решение о включении его в национальную систему права [5, с. 120]. Частичная ратификация положений данной конвенции или принятие ее с оговорками и дополнительными условиями для применения в пределах суверенной территории исключаются, о чем прямо указывается в ст. 17 Конвенции 1999 года о гражданско-правовой ответственности за коррупцию. Не исключено, что по этой причине не всеми государствами – членами Совета Европы Конвенция ратифицирована [6, с. 156].

Начиная с 90-х годов XX века Россия активно стремилась к интеграции и тесному сотрудничеству с западноевропейскими странами. Это подтверждается вступлением в 1996 году в Совет Европы, а также в иные европейские международные организации, принимая на себя значительный объем политических, финансовых, гуманитарных и иных обязательств [7]. Не стала исключением и совместная деятельность по противодействию коррупции, которая координировалась ГРЕКО – специализированной международной организацией, созданной Советом Европы.

Россия стала членом ГРЕКО с 1 февраля 2007 года, т. е. с момента ратификации Конвенции 1999 года об уголовной ответственности за коррупцию. С учетом взятых на себя обязательств, а также рекомендаций ГРЕКО, с 2007 года проведена значительная работа по приведению в соответствие нормам европейского права уголовного, административного и иного законодательства РФ, что в результате привело к масштабным изменениям в системе российского права [8, с. 52-53]. Это отразилось и на содержании российского уголовного законодательства об ответственности за преступления, совершаемые против интересов государственной или муниципальной службы, службы в коммерческих и иных организациях. Значительное количество норм о преступлениях, совершаемых должностными и иными лицами с использованием служебного положения, стали рассматриваться в качестве коррупционных. Кроме того, главы 30 и 23 УК РФ дополнены несколькими нормами, устанавливающими ответственность за посредничество в коррупционной преступной деятельности и т. п. Все это

указывает на стремление максимально унифицировать российское законодательство с положениями международного, в т. ч. европейского) права в области противодействия коррупции.

Осложнение международных отношений России началось с 2014 года после подписания Договора между Российской Федерацией и Республикой Крым о принятии в Российскую Федерацию Республики Крым и образовании в составе Российской Федерации новых субъектов (Москва, 18 марта 2014 года). Уже 17 марта 2014 года главы министерств иностранных дел стран Евросоюза ввели санкции в отношении некоторых должностных лиц России и Украины, которых объявили виновными в подрыве территориальной целостности Украины [9]. Наивысшая точка конфронтации в отношениях между Россией и ЕС достигнута после объявления начала специальной военной операции на территории Украины с целью обеспечения внешней безопасности России и защиты населения, проживающего на территории Донбасса [10].

Дав негативную оценку действиям России, Комитет министров Совета Европы в марте 2022 года в одностороннем порядке принял решение о прекращении членства России ГРЕКО, а также ввел иные санкции экономического и политического характера. Вследствие такого решения Россия уже не имела статуса полноправного члена международного сообщества в отношениях с ЕС: она лишалась права голоса при обсуждении и принятии решений ГРЕКО, прав по формированию повестки работы данной международной организации ЕС, но при этом должна была сохранить свои обязательства по выполнению принимаемых решений, а также внесению членских взносов в бюджет ГРЕКО. Также данная организация сохраняла свои права по анализу состояния коррупции и свои полномочия по контролю выполнения Россией принятых ранее антикоррупционных обязательств [11].

Казалось бы, подобные действия представителей ЕС явно не соответствуют принципам международных отношений, а потому не могут иметь место в современном международном сообществе. Однако современными исследователями установлено, что все действия, связанные с объявлением санкций в отношении России, являются частью многолетнего плана по уничтожению экономики и значительному ослаблению государства [12, с. 242]. Поэтому включение в состав НАТО стран бывшего СССР, заявления о пересмотре итогов Великой Отечественной войны 1941-1945 гг., героизация украинских и прибалтийских коллаборантов, активно сотрудничавших с немецко-фашистскими захватчиками и последующее поощрение возрождения неонацистской идеологии – все эти действия США и коллективный Запад совершали для провоцирования России на ответные действия по защите своих интересов в области внешней безопасности [13, с. 45-46]. Поэтому стремление коллективного Запада умалить интересы России как участника международных отношений вполне прагматично и, к сожалению, предсказуемо.

Сама постановка принятого в отношении России решения идет в разрез с общими принципами, на которых должны строиться современные международные отношения. ГРЕКО нельзя признать классической международной организацией, т. к. ее создание Советом Европы в 1999 году допускало присоединение к ней любого государства, ратифицировавшего хотя бы одну из конвенций о гражданской и (или) уголовной ответственности за коррупцию. Региональная принадлежность страны не имеет значения для ее участия в ГРЕКО [14]. Поэтому основы взаимодействия государств, участвующих в деятельности ГРЕКО, определяются общими нормами международного права о правилах международных отношений.

Данные принципы закреплены Уставом Организации Объединенных Наций (Сан-Франциско, 1945 с изм. и доп. от 20.12.1971) и рассматриваются не иначе как фундамент современного международного права и международных отношений, субъектами которых в первую очередь являются суверенные государства. В ст. 2 Устава ООН закрепляются 7 принципов, первым из которых значится принцип суверенного равенства всех членов ООН, т. е. государств. Содержание данного принципа раскрывается через безальтернативное утвержде-

ние о том, что все государства обладают равными основными правами и обязанностями, а правосубъектность отдельного государства в части принятия на себя обязательств может корректироваться исключительно на основе свободного волеизъявления данного государства. В содержание данного принципа также включается обязанность каждого государства уважать право друг друга, определять и осуществлять международные отношения с иными государствами в соответствии с международным правом, участвовать в решении международных проблем, в которых они заинтересованы [15, с. 307-308]. Отсюда следует, что равенство государств и недопустимость умаления прав и интересов одного государства в пользу другого государства или государств, являются важнейшим элементом международных отношений [16, с. 17-18]. Игнорирование данного принципа, по меньшей мере, крайне осложняет возможности нормального взаимодействия и эффективного решения задач в интересах представителей мирового сообщества.

Данный вывод полностью подтверждается результатами, которые наступили вследствие предпринятой попытки дискриминации России как полноправного и равного участника международных отношений – в ответ на решение об исключении из ГРЕКО, а также на другие русофобские действия представителей Совета Европы, Россия была вынуждена прекратить международные отношения с представителями коллективного Запада для сохранения своего статуса независимого участника международных отношений, не приемлющего нарушения базовых принципов международных отношений. Эти ответные меры выразились в денонсации европейской Конвенции об уголовной ответственности за коррупцию, ранее подписанную 27.01.1999 в Страсбурге (Федеральный закон от 28.02.2023 №42-ФЗ «О денонсации Российской Федерацией Конвенции об уголовной ответственности за коррупцию»).

Учитывая сложившиеся обстоятельства, следует подчеркнуть, что единственной причиной денонсации указанной Страсбургской конвенции 1999 года и последующий выход России из состава ГРЕКО является несоблюдение представителями Совета Европы основополагающих принципов и правил, на которых строятся международные отношения. Что же касается противодействия коррупции, то Россия по-прежнему остается государством, которое предпринимает различные меры, направленные на противодействие данному социально опасному явлению. По существу денонсация Конвенции об уголовной ответственности за коррупцию не повлекла сколь-либо значимых изменений не только во внутренней антикоррупционной политике России, но и в общих международных отношениях и оказании правовой помощи иным государствам в борьбе с различными коррупционными проявлениями, причиняющими вред национальным интересам и России, и отдельным зарубежным странам.

Данный вывод довольно легко подтверждается нормативными актами, которые формируют современное российское антикоррупционное законодательство. Здесь, в первую очередь, обращает на себя внимание Стратегия национальной безопасности 2021 года, в соответствии с которой коррупция продолжает признаваться одной из угроз для национальной безопасности России. Такая установка в документе стратегического значения формирует основу для активного противодействия коррупции различными средствами, закрепляемыми в уголовном, административном, гражданском и иных отраслях российского законодательства. Такой же вывод можно сделать, учитывая неизменное действие Национальной стратегии противодействия коррупции, утвержденной Указом Президента РФ от 13.04.2021 №460. Как и в Стратегии национальной безопасности, здесь в качестве цели противодействия коррупции остается искоренение причин и условий, порождающих коррупцию в российском обществе (п. 5), а одними из принципов такого противодействия провозглашаются признание коррупции одной из системных угроз безопасности Российской Федерации и дальнейшее развитие правовой основы противодействия коррупции (пп. «а», «и» п. 7).

Таким образом, денонсация Страсбургской конвенции 1999 года не повлекла за собой изменений ни уголовного, ни иного законодательства. Все нормы, определяющие кримина-

лизацию деяний коррупционной направленности, принятые Россией во исполнение принятых обязательств перед ГРЕКО, продолжают действовать без каких-либо ограничений и оговорок. В сущности, это косвенно оговаривалось в пояснительной записке к законопроекту о денонсации указанной конвенции [17]. Кроме этого, Россия в настоящее время сохраняет все взятые на себя ранее международные обязательства по противодействию коррупции в рамках выполнения требований Конвенции ООН 2003 года, а также по отдельным международным договорам и соглашениям об оказании правовой помощи государствам-партнерам.

Заключение и выводы

Коррупция по-прежнему признается Россией в качестве угрозы национальной безопасности. Денонсация Страсбургской конвенции об уголовной ответственности за коррупцию 1999 года вызвана необходимостью сохранения Российской Федерацией статуса равноправного члена международного сообщества и недопустимостью дискриминационного ущемления национальных интересов путем одностороннего возложения правовых обязательств. Исключение России из состава ГРЕКО не позволяет осуществлять взаимодействие с отдельными государствами, входящими в состав Совета Европы, на условиях равенства и взаимного уважения. Но данное обстоятельство не является основанием для отказа России от принципов противодействия коррупции на национальном уровне и от оказания правовой помощи в борьбе с коррупцией в рамках международного сотрудничества. Это подтверждается положениями национального антикоррупционного законодательства, а также сохранением Российской Федерацией участия в Конвенции ООН от 31.10.2003 против коррупции и иных международных договорах по оказанию правовой помощи в борьбе с коррупцией.

Литература

1. Обращение Президента Российской Федерации от 24 февраля 2022 года [Электронный ресурс] // URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/67843> (дата обращения: 31.07.2023). – Текст : электронный.
2. Гравина, А. А. Транснациональная коррупция как состав международного преступления / А. А. Гравина. – Текст : непосредственный // Журнал российского права. – 2015. – №12. – С. 87-100.
3. Карпец, И. И. Преступления международного характера / И. И. Карпец. – М. : Юридическая литература, 1979. – 264 с. – Текст : непосредственный.
4. Сибгатуллина, Л. И. Имплементация международно-правовых норм об ответственности за коррупцию во внутригосударственное законодательство Российской Федерации : дис. ... канд. юрид. наук / Л. И. Сибгатуллина. – Казань, 2021. – 290 с. – Текст : непосредственный.
5. Чиркин, В. Е. Региональные межгосударственные союзы, наднациональное право и государственный суверенитет (тезисы) / В. Е. Чиркин. – Текст : непосредственный // Государственный суверенитет и верховенство права: международные и национальные изменения: II Московский юридический форум (Москва, 02-04 апреля 2015 г.). Материалы круглых столов. – Т. 1. – М. : Проспект, 2015. – С. 116–120.
6. Алексеева, П. М. Борьба с коррупцией: международно-правовое регулирование / П. М. Алексеева. – Текст : непосредственный // Закон. Право. Государство. – 2021. – №3. – С. 153–157.
7. Официальный сайт Совета Европы. – URL: <https://www.coe.int> (дата обращения: 30.07.2023). – Текст : электронный.
8. Пашенцев, Д. А. Развитие законодательства о противодействии коррупции в России: тенденции и исторические этапы / Д. А. Пашенцев, А. А. Дорская. – Текст : непосредственный // Журнал российского права. – 2020. – №4. – С. 42–58.

9. Первые лица Крыма и российские сенаторы вошли в санкционный список ЕС // РИА Новости от 17.03.2014. – URL: <https://www.ria.ru> (дата обращения: 30.07.2023). – Текст : электронный.
10. Обращение Президента Российской Федерации от 24 февраля 2022 года. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/67843> (дата обращения: 31.07.2023). – Текст : электронный.
11. МИД объяснил решение России выйти из «коррупционной» конвенции Евросоюза // РБК от 23.12.2022. – URL: <https://www.rbc.ru> (дата обращения: 30.07.2023). – Текст : электронный.
12. Шлычков, В. В. Экономика России в 2022 году: вызовы и механизмы их преодоления / В. В. Шлычков, Д. Р. Нестулаева, Д. А. Зарезнов. – Текст : непосредственный // Вестник Челябинского государственного университета. – 2023. – №3. – С. 240–249.
13. Карпиленя, Н. В. Истоки, предпосылки как следствия международных отношений, приведшие к зарождению фашизма и нацизма и Второй мировой войны: в контексте предотвращения зарождения неонацизма в странах СНГ от деятельности англосаксов / Н. В. Карпиленя. – Текст : непосредственный // Международное сотрудничество евразийских государств: политика, экономика, право. – 2023. – №1. – С. 36–46.
14. Антикоррупционный портал // Группа государств по борьбе с коррупцией (ГРЕКО). – URL: <https://www.anticor.hse.ru> (дата обращения: 30.07.2023). – Текст : электронный.
15. Лукашук, И. И. Международное право. Общая часть / И. И. Лукашук. – М. : Волтерс Клувер, 2005. – 432 с. – Текст : непосредственный.
16. Тиунов, О. И. Суверенное равенство государств в системе основных принципов международного права / О. И. Тиунов. – Текст : непосредственный // Журнал российского права. – 2014. – №5. – С. 5-21.
17. Замахина, Т. Путин внес на денонацию в Госдуму Конвенцию об уголовной ответственности за коррупцию / Т. Замахина. – Текст : электронный // Российская газета. 2023. 9 янв. – URL: https://rg.ru/2023/01/09/putin-vnes-na-denonsaciiu-v-gosdumu-konvenciiu-ob-ugolovnoj-otvetstvennosti-za-korrupciiu.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop (дата обращения: 30.07.2023).

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
КАК СРЕДСТВА ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ КОРРУПЦИИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОРГАНОВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАССЛЕДОВАНИЯ И СУДА**

Бугаевская Наталья Валентиновна

кандидат юридических наук, доцент,

доцент кафедры «Правосудие и правоохранительная деятельность»

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»

Тула, Россия

E-mail: bugaevskaja.natalia@yandex.ru

Предмет исследования: особенности возможного использования систем искусственного интеллекта в целях снижения коррупционных рисков в судебной и следственной деятельности.

Цель исследования: выявить и предложить пути преодоления правовой дискреции и, тем самым, пути снижения уровня коррупции на базе использования технологий искусственного интеллекта в деятельности следствия и суда.

Методы и объекты исследования: в основе исследования – диалектический метод научного познания. Частнонаучные методы познания использовались при рассмотрении понятия искусственного интеллекта (методы формальной логики); при исследовании практики внедрения искусственного интеллекта в следственную и судебную деятельность (формально-юридический метод). Объектом исследования выступают общественные отношения, складывающиеся в сфере уголовно-процессуальной деятельности, предполагающие правовую дискрецию как определенный коррупционный риск.

Основные результаты исследования: использование искусственного интеллекта для перспективной борьбы с коррупцией в судебной и следственной деятельности возможно в качестве подконтрольного инструмента в таких видах деятельности, как: создание сервиса по облегчению рассмотрения дел в особом порядке; судебное делопроизводство и судебная статистика; моделирование события преступления; выдвижение версий, определение путей их проверки.

Ключевые слова: искусственный интеллект; правовая дискреция; коррупционный риск; усмотрение; суд; органы предварительного расследования.

**PROSPECTS FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A MEANS
OF COUNTERACTION TO CORRUPTION IN THE ACTIVITIES OF THE BODIES
OF PRELIMINARY INVESTIGATION AND THE COURT**

Natalya V. Bugaevskaya

PhD in Law, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of Justice and Law Enforcement

Tula State University

Tula, Russia

E-mail: bugaevskaja.natalia@yandex.ru

Subject of study: features of the possible use of artificial intelligence systems in order to reduce corruption risks in judicial and investigative activities.

The purpose of the study: to identify and propose ways to overcome legal discretion and, thereby, ways to reduce the level of corruption based on the use of artificial intelligence technologies in the activities of the investigation and court.

Research methods and objects: the research is based on the dialectical method of scientific knowledge. Private scientific methods of cognition were used in the following aspects: when considering the concept of artificial intelligence, methods of formal logic were used; the study of the practice of introducing artificial intelligence into investigative and judicial activities was based on the formal legal method. The object of the study is the social relations that are developing in the field of criminal procedure, suggesting legal discretion as a certain corruption risk.

The main results of the study: the use of artificial intelligence for the long-term fight against corruption in judicial and investigative activities is possible as a controlled tool in such activities as: creating a service to facilitate the consideration of cases in a special manner; judicial record keeping and judicial statistics; simulation of the crime event; promotion of versions, determination of ways to check them.

Keywords: artificial intelligence; legal discretion; corruption risk; discretion; court; bodies of preliminary investigation.

Введение

Современное российское уголовное судопроизводство является одним из ключевых звеньев в борьбе с преступностью. Несмотря на это, в самой уголовно-процессуальной деятельности, начиная с выявления факта совершения противоправного деяния и обнаружения в нем признаков состава преступления и заканчивая вынесением приговора с избранием меры наказания, присутствуют коррупционные факторы и риски. Одним из таковых является правовое усмотрение или правовая дискреция, то есть наличие широких властных полномочий, компетенций, сформулированных в законе по формуле «вправе», «может» и т. п. Такая процессуальная свобода, с одной стороны, обеспечивает возможность воплощения важнейших уголовно-правовых и уголовно-процессуальных принципов, а с другой стороны, может стать основанием для злоупотребления дознавателем, следователем, судьей своими полномочиями, так как избрание самого негативного для подозреваемого, обвиняемого, подсудимого варианта применения закона может являться средством давления на него с целью извлечения материальной выгоды, а именно – для получения незаконного вознаграждения за, например, переквалификацию преступления на менее тяжкий состав, освобождение от уголовной ответственности, избрание более мягкой меры пресечения, меры наказания и др. Одним из средств повышения эффективности уголовного судопроизводства в целом и в целях преодоления возможных коррупциогенных факторов предлагается использование искусственного интеллекта как нового современного способа повышения защищенности участников уголовного процесса.

Результаты и обсуждение

Высокая степень субъективизма, злоупотребление правом, объективные проблемы на регулятивном (законы, подзаконные акты) и правоприменительном уровнях – приведенные обстоятельства юридической практики являются прямым основанием для поднятия и полноценного исследования вопроса возможности использования компьютерных технологий и искусственного интеллекта в юридической сфере, в частности, в области правового усмотрения в деятельности органов следствия и суда. Под компьютерными технологиями понимается весь допустимый спектр использования машин, программ и т. д. Искусственный интеллект выступает как самостоятельная часть, входящая в вышеотмеченное более широкое понятие. Основываясь на криминологическом подходе понимания мер предупреждения и противодействия преступности, рассмотрим перспективы новых технологических возможностей борьбы с коррупционными проявлениями.

Приведем некоторые общие подходы к пониманию искусственного интеллекта вообще. А.В. Понькин и А.И. Редькина предлагают достаточно интересное понятие исследуемого яв-

ления. Так, под искусственным интеллектом они понимают искусственную сложную кибернетическую компьютерно-программно-аппаратную систему (электронная, в том числе, виртуальная, электронно-механическая, био-электронно-механическая или гибридная) с когнитивно-функциональной архитектурой и собственными или релевантно доступными (приданными) вычислительными мощностями необходимых емкостей и быстродействия [11, с. 93]. Отмечается ряд свойств, присущих искусственному интеллекту: субстантивность, то есть субъектность и способность совершенствоваться; способность на высоком уровне воспринимать информацию, анализировать ее, принимать решения и их исполнять, делать выводы относительно собственного опыта; способность приспосабливаться к внешней среде, реализовывать когнитивные функции (творческие, аналитические), способность к самосознанию [11, с. 93-95].

Рассмотрение понятия искусственного интеллекта и свойств, для него характерных, позволяет достаточно четко разграничить строго алгоритмизированные компьютерные программы, выполняющие роль сподручного инструмента в рамках решения того или иного вопроса, и отмеченный искусственный интеллект, представляющий собой совершенно иной уровень развития и, как следствие, выполняющий иные функции.

Искусственный интеллект определяется, как это было отмечено выше, функциями, выполнение которых он способен осуществлять. Выполнение же функций прямым образом зависит от технических характеристик и типов операций той или иной программы. Отмечается способность искусственных нейронных сетей настоящего поколения к осуществлению таких операций, как распознавание, предсказание и классификация [13, с. 207].

Дополнительно отметим, что искусственный интеллект также представляет собой, в некотором смысле, неоднозначное с содержательной точки зрения понятие, и не всегда выступает таким сверхсложным программным образованием. К примеру, П.М. Морхат отмечает, что в научном сообществе выделяют два вида искусственного интеллекта, а именно – «слабый» и «сильный» искусственный интеллект, при этом слабый – будучи умной машиной, предназначен для решения частных задач (например, разработка сценариев для кинофильмов), напротив, сильный – может решать широкий спектр задач [9, с. 14].

Приведем достаточно показательный практический пример использования «слабого» искусственного интеллекта. Так, при расследовании коррупционных преступлений с участием технологического концерна Rolls-Royce Holdings Plc, следователи использовали возможности робота «АСЕ», работающего на системе искусственного интеллекта, основной задачей которого являлось выявление ценной информации для уголовного дела. Робот анализировал по 600 000 различных текстовых файлов в день. Всего «АСЕ» помог семерым следователям обработать 30 млн документов, тем самым во многом ускорил процесс расследования преступления [2]. В данном случае речь идет прямым образом об использовании искусственного интеллекта, не обладающего какими-либо когнитивными функциями и способностями, а отмечается выполнение заранее строго алгоритмизированного процесса.

Таким образом, понятие искусственного интеллекта, рассмотренное выше, раскрывает суть и содержание «сильного» искусственного интеллекта. «Искусственный интеллект – создаваемое с помощью группы смежных технологий программное обеспечение, функционирующее нелинейно, способное к обучению, ограниченному пониманию причинности и выполнению задач интеллектуального, эвристического характера с возможностью обучения, корректировки и уточнения за счет опыта принимаемых решений» [13, с. 208].

Близким с содержательной точки зрения является подход о существовании реактивных и проактивных систем искусственного интеллекта. Реактивные системы искусственного интеллекта условно можно обозначить как компьютерные программы, не представляющие собой искусственный интеллект в том понимании, которое было дано ранее. Такие системы не обладают памятью и возможностью обучения. Принятие решений такой системой «осуществляется исключительно на основании заранее прописанных правил поведения» [13, с. 209]. В этой связи причисление отмеченных систем к разновидностям искусственного интел-

лекта носит достаточно условный характер, либо же можно вести речь о широком толковании сущности искусственного интеллекта.

Проактивные системы искусственного интеллекта делятся на системы с ограниченной и неограниченной памятью. Именно результаты такого деления можно сопоставить с отмеченными «слабым» и «сильным» искусственным интеллектом. Проактивные системы искусственного интеллекта «осуществляют обработку ранее полученной информации и прогнозирование ближайшего будущего, однако возможность записи событий и их интерпретации ограничена решаемой задачей, и в силу этого обучение, хотя и осуществляется, не может привести к развитию системы выше заданных пределов» [13, с. 210].

Второй тип систем проактивного вида искусственного интеллекта обладает способностью к обучению на основе разных моделей этого процесса, как и человек. Он способен воспринимать одни те же данные в разных аспектах, использовать их для выстраивания неоднозначных алгоритмов принятия решений, делать прогнозы на основе их интерпретации, то есть его способности к обучению предполагают наличие эвристической и прогностической функции.

К настоящему времени официально констатируется существование только слабых проактивных систем искусственного интеллекта. Их доработка и развитие должны привести к существованию такого их вида, который способен на эмпатию (понимание и восприятие действий и намерений людей), а в дальнейшем на обладание полноценным самосознанием.

Именно исследование возможного применения второго типа проактивных систем искусственного интеллекта применительно к юридической практике представляет собой одну из центральных проблем в области правовой дискреции.

Все подходы, концепции, теории в области использования искусственного интеллекта применительно к правовому усмотрению делятся на два основных направления, представляющие собой позитивное и негативное направления. Рассмотрение всех точек зрения в отмеченной области следует проводить как раз под углом либо позитивного, либо негативного отношения к использованию искусственного интеллекта в решении вопросов по теме правового усмотрения.

В свете рассмотрения положительного подхода относительно возможности использования искусственного в научном сообществе выдвигается мысль о необходимости его внедрения в сферу судебной деятельности по двум основным направлениям: судебное делопроизводство и судебная статистика [12, с. 6]. Данная деятельность строго алгоритмизирована и, без всяких сомнений, может быть поручена машине. При подаче искового заявления, принятии дела к производству машина может помочь упорядочить документы, сформировать дело, распечатать копии, рассортировать бумаги. Однако в данном случае речь идет о машине как об инструменте, о передаче дискреции в области права речи не идет, здесь даже не обсуждается возможное влияние искусственного интеллекта на формирование усмотрения у человека.

Несколько иным образом ситуация обстоит с использованием искусственного интеллекта более «высокого» уровня. К примеру, М.Д. Лебедев и С.А. Саввоев отмечают возможность его использования при выдвижении и проверке версий: «Исследуемые информационные системы базируются на типовой модели преступлений, выделяемых по различным криминалистическим основаниям, которая и позволяет искусственному интеллекту разрабатывать методики расследования отдельных видов общественно опасных деяний» [8, с. 75]. Вместе с тем, можно сразу привести контраргумент. Так, к примеру, программы по выдвижению следственных версий могут вполне справляться с типичными версиями, однако при необходимости выдвижения нетипичных версий их потенциал значительно уменьшается [3, с. 45].

Некоторые сферы судопроизводства даже на данный момент могут быть преобразованы посредством включения в свою содержательную структуру искусственного интеллекта на отмеченных началах. К примеру, достаточно интересным и актуальным является мнение о возможном облегчении работы мировых судей, правда, в сфере гражданского процесса, путем внедрения сервиса формирования судебного приказа. На официальном сайте суда будут находиться предлагаемые формы заявлений о выдаче судебного приказа, которые могут заполняться взыскателями в виде ответов на вопросы сервиса, отражающих сведения о фактах,

влияющих на принятие, отказ в принятии, возвращение заявления о выдаче судебного приказа, содержание судебного приказа. Причем лицу, заполняющему форму и отвечающему на предлагаемые вопросы, должны предлагаться выверенные для каждого вида приказного дела варианты ответов. Система на основании выбранных взыскателем ответов автоматически выдаст текст судебного приказа, который затем должен будет проверить мировой судья и скрепить своей цифровой подписью [5, с. 66].

Подобную практику можно было бы внедрить и в уголовное судопроизводство, например, при особом порядке судебного разбирательства при согласии обвиняемого с предъявленным ему обвинением, при заключении досудебного соглашения о сотрудничестве. В данном случае, во-первых, речь будет идти об алгоритмизированном и строго формализованном процессе, во-вторых, проверка такого «усмотрения» программы будет осуществляться непосредственно судьей. Тем самым возникнет новый вид практики дискреции в праве – проверка усмотрения машины на основании своего усмотрения. Однако данный пример порождает новую проблему: формирование каких-либо критериев и требований оценки усмотрений машины вряд ли возможно. Таким образом, данную область судебной деятельности можно отнести на исключительно самостоятельное судебское регулирование, ответственность за качество решений и работы такой программы необходимо полностью возложить на судей.

Однако речь в данном случае все равно идет о формировании усмотрения человеком с использованием компьютерных технологий. Последовательным является вопрос относительно возможности полной передачи всех полномочий искусственному интеллекту.

Говоря о позиции, в соответствии с которой допускается передача генерации усмотрений в праве искусственному интеллекту, в первую очередь, необходимо привести радикальную точку зрения на поставленный вопрос. В частности, И.Н. Глебов полагает, что вопросы судебного усмотрения «могут быть запрограммированы для использования во благо судящегося человека, если будут заданы четкие пределы усмотрения и коэффициенты, когда робот-судья вправе применить свое милосердие, снисхождение. В отличие от судьи-человека, робот-судья не примет ни одного решения, которое не будет юридически мотивировано с конкретным указанием на закон или мудрость общечеловеческого рассуждения, заложенную в его программу» [4]. Тем самым, предлагается заложить «мудрость общечеловеческого рассуждения» в программу. Логически следует вопрос о технической возможности и исправности «программы»: сможет ли искусственный интеллект предусмотреть все свойственные исключительно человеку психологические и иные личностные факторы, имеющие непосредственное значение при вынесении справедливого решения по делу? Не будет ли стремление уйти от субъективных и тем более коррупционных злоупотреблений при вынесении решений усугублять ситуацию безоценочностью и автоматизированной техничностью вынесения итоговых приговоров и решений?

В случае с человеком и его усмотрением, мы можем иметь дело с субъективными причинами ненадлежащего усмотрения, а в случае с искусственным интеллектом – такие причины носят сугубо объективный характер. Или же закон должен исключить наличие в своем содержании норм с признаками оценочности, широкого толкования и т. д.? Однако говорить о столь широком законодательном регулировании общественной жизни, учитывая ее опережающий характер, вряд ли приходится.

Можно предположить создание нейронной сети, обладающей способностью к самообучению, свойственной искусственному интеллекту вообще, и создать необходимые условия для анализа и изучения судебной практики, позиций судов и т. д. Однако следующей стоит решить проблему унифицированности усмотрения с морально-нравственных позиций.

В связи с этим, следует предположить наличие некоторого логического тупика, поскольку гипотетическое использование программы в данном случае обусловлено необходимостью выхода из неопределенности человека, порождающей усмотрение; программа же, ввиду неопределенности в толковании на конкретном примере морально-нравственных категорий, самопорождает новое усмотрение. Таким образом, возникает усмотрение усмотрения на

предмет морально-нравственного соответствия и вместо того, чтобы решить проблему, рождается новое такое же ненадлежащее усмотрение.

Отмеченная проблема в своем решении характеризуется не только технической стороной, но и иными существенными аспектами, рассмотрение которых требует исследования позиции сторонников негативного подхода.

Заложить в машину представление о вопросах справедливости, гуманизма и т. д. представляется достаточно трудной задачей, однако, даже опуская этот этап, совершенно непонятной является возможность осуществления искусственным интеллектом творческой юридической деятельности в соответствии с заявленными морально-нравственными критериями. Многие ученые убеждены в невозможности отражения на машинном языке всей полноты нематематических категорий, принципов и понятий, а уж тем более – толкования отмеченных вещей машиной. В связи с этим «наиболее очевидным является риск того, что принятие юридических решений станет непонятным, и что сам закон будет адаптироваться к использованию богатых источников данных в ущерб относительно не поддающимся количественной оценке ценностям, таким как милосердие» [14, с. 110].

Данная позиция наводит на мысль о возможном изменении законодательства в части содержания абстрактных норм, норм оценочного характера и т. д., поскольку закон в приведенном случае должен быть максимально лаконичным, прозрачным и предсказуемым в своем толковании и применении. Однако следует предположить, что все-таки закон первоначально должен приобрести такие свойства, а уж потом допустимо говорить о возможности внедрения искусственного интеллекта. В таком случае, проактивный искусственный интеллект второго типа на концептуальном уровне не будет представлять какого-либо существенного практического интереса.

В целом, морально-нравственные категории достаточно сложно выразить на доступном и понятном для машины языке в виду своей подвижности, динамичности и метафизической природы. К тому же машина должна обладать способностью к осознанию всей совокупности общественных процессов, системному мышлению и т. д.

Таким образом, логически следует вывести наличие определенной закономерности: чем выше уровень возможного усмотрения, тем ниже возможность использования искусственного интеллекта.

Отдельного рассмотрения заслуживает проблема пересмотра решений, принятых искусственным интеллектом, и толкования усмотрения искусственного интеллекта.

С процессуальной стороны, отсутствие прозрачности в понимании убеждений искусственного интеллекта и его мотивации при вынесении решений порождает ситуацию, затрудняющую использовать обжалование такого решения в качестве способа защиты своих прав. Вполне очевидно, что в случае недостатка прозрачности в автоматизированных решениях право на объяснение имеет решающее значение для реализации права индивида оспаривать затрагивающие его решения. Следствием этого является то, что отсутствие такого права при реальном применении технологий искусственного интеллекта будет существенно подрывать эффективность права на пересмотр или оспаривание решений [6, с. 195].

Особняком стоит сугубо объективная проблема, являющаяся одновременно причиной невозможности использования искусственного интеллекта в области правового усмотрения на данный момент – техническая неготовность создать необходимую программу: «пока нет еще технологий, позволяющих заменить судью машиной, в которой дышит интеграл» [7, с. 6].

Искусственный интеллект, несмотря на условное его могущество, зависит от технических специалистов, которые, в свою очередь, могут совершить определенные технические неточности, что, как следствие, неминуемо приведет к дальнейшим негативным последствиям. Данный вопрос представляет собой самостоятельную проблему прозрачности разработки алгоритма на основании неких исходных данных, взятых за аксиому [1, с. 50].

Социальный аспект возможного использования искусственного интеллекта в качестве машины по формированию правовых усмотрений неминуемо повлечет за собой сокращение рабочих мест и даже исчезновение отдельных юридических профессий в перспективе [10, с. 36].

Таким образом, весь комплекс рассмотренных проблем условно можно разделить на основные блоки: концептуальные проблемы; проблемы содержания права; процессуальные проблемы; технические проблемы; социально-экономические проблемы. Завершая рассмотрение вопроса использования искусственного интеллекта в правовом усмотрении, которое является одним из коррупционных рисков в следственной и судебной практике, следует указать на необходимость учета данных проблем и на невозможность доверять машине принимать решения, которые касаются изменения правового статуса, назначения наказания, вынесения решения о компенсации вреда или иного вопроса о судьбе человека.

Деятельность, требующая разумного творческого начала, не может быть полностью алгоритмизирована, и искусственный интеллект может быть в ней только помощником, выполняющая рутинную работу, иначе это может привести к негативному исходу [12, с. 5].

Заключение и выводы

Таким образом, по вопросу использования искусственного интеллекта в юридической деятельности проведено немалое количество исследований. На данный момент также сформировалось два больших направления: позитивное и негативное отношение к возможному использованию искусственного интеллекта и компьютерных технологий в юридической деятельности по формированию правового усмотрения. Конечно, по ряду объективных причин, более аргументированной представляется точка зрения негативистов. Так, в качестве проблем использования искусственного интеллекта как средства противодействия правовой дискреции, а на основании этого и противодействия коррупции в юридической деятельности, поднимаются следующие: обучение искусственного интеллекта; отсутствие возможности создать необходимую нейронную сеть – технические проблемы; проблема толкования усмотрения машины и, как следствие, невозможность обжалования такого решения в виду неясности мотивации; неясность использования алгоритма; комплекс социально-экономических проблем, связанных с исчезновением юридических профессий и т. д.

Позитивная же точка зрения на данный вопрос базируется, в первую очередь, исключительно на аксиологических началах и негативной природе человека.

Ввиду вышеизложенного необходимо придерживаться смешанного подхода, в рамках которого использование искусственного интеллекта для перспективной борьбы с коррупцией в судебной и следственной деятельности возможно, но только под контролем человека и исключительно в качестве инструмента, но не самостоятельного «субъекта» со своим усмотрением. В качестве потенциальной возможности такого использования: создание сервиса по облегчению рассмотрения дел в особом порядке; внедрение искусственного интеллекта в сферы судебного делопроизводства и судебной статистики; анализ правоприменительной практики; прикладные вопросы следствия – моделирование события преступления, планирование и прогнозирование, экспертизы, выдвижение версий, определение путей их проверки.

Литература

1. Амиянц, К. А. Использование искусственного интеллекта в современной судебной системе и права человека / К. А. Амиянц, К. В. Череминский. – Текст : непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. – №11-3. – 49-52.
2. Британская полиция привлекла ИИ для помощи в раскрытии преступлений. Хабр. сообщество IT-специалистов. – URL: <https://habr.com/ru/news/t/466471/>. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.04.2023). – Текст : электронный.

3. Бахтеев, Д. В. Искусственный интеллект в криминалистике : состояние и перспективы использования / Д. В. Бахтеев. – Текст : непосредственный // Российское право : образование, практика, наука. – 2018. – № 2 (104). – С. 43-49.
4. Глебов, И. Н. Искусственный юридический разум / И.Н. Глебов. – Текст : электронный // Сетевой научный юридический журнал «Гуманитарное право». – 2018. – Режим доступа: <https://humanlaw.ru/9-article/26-artificial-intelligence.html>. – Загл. с экрана (дата обращения: 21.04.2023).
5. Грицай, О. В. Цифровизация как способ оптимизации механизма защиты гражданских прав в сфере гражданской юрисдикции / О. В. Грицай, Е. Н. Губина. – Текст : непосредственный // Юридический вестник Самарского университета. – 2019. – №2. – Т. 5. – С. 64-68.
6. Gacuta J., Selvadurai N. A statutory right to explanation for decisions generated using artificial intelligence / J. Gacuta, N. Selvadurai. – Текст : непосредственный // International journal of law and information technology. – Oxford, 2019. – Vol. 28. – № 3. – P. 193-216.
7. Колоколов, Н. А. Компьютер вместо судьи – арифметика вместо души / Н. А. Колоколов. – Текст : непосредственный // Уголовное судопроизводство. – 2019. – № 3. – С. 3-7.
8. Лебедев, М. Д. Использование искусственного интеллекта в расследовании преступлений / М. Д. Лебедев, С. А. Саввоев. – Текст : непосредственный // Скиф. – 2020. – №7 (47). – 73-77.
9. Морхат, П. М. Искусственный интеллект: правовой взгляд: монография / П. М. Морхат. – Москва: Буки Веди, 2017. – 258 с. – ISBN 978-5-4465-1774-9. – Текст : непосредственный.
10. Незнамов, А. В. Использование искусственного интеллекта в судопроизводстве: первый опыт и первые выводы / А. В. Незнамов. – Текст : непосредственный // Российское право: образование, практика, наука. – 2020. – №3. – С. 32-39.
11. Понкин, А. В. Искусственный интеллект с точки зрения права / А. В. Понкин, А. И. Редькина. – Текст : непосредственный // Вестник РУДН.Юридические науки. – 2018. – № 1. – С. 91-109.
12. Поскряков, Р. С. Использование искусственного интеллекта в судебной деятельности / Р. С. Поскряков. – Текст : непосредственный // Огарёв-Online. – 2019. – №16 (137). – С. 1-6.
13. Степаненко Д. А. Использование систем искусственного интеллекта в правоохранительной деятельности / Д. А. Степаненко, Д. В. Бахтеев, Ю. А. Евстратова. – Текст : непосредственный // Всероссийский криминологический журнал. – 2020. – №2. – Т. 14. – 206-214.
14. Умнова-Конюхова, И. А. Судебная власть и искусственный интеллект: правовые аспекты взаимодействия / И. А. Умнова-Конюхова. – Текст : непосредственный // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Сер. 4, Государство и право: Реферативный журнал. – 2021. – №1. – С. 106-114.

**КРИМИНАЛИЗАЦИЯ НЕВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ
ПО ЗАЩИТЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ**

Должикова Анна Эдуардовна
аспирант кафедры уголовного права,
уголовного процесса и криминалистики,
Российский университет дружбы народов
Москва, Россия
E-mail: l_a_buka@mail.ru

Предмет исследования: персональные данные как предмет общественно опасного деяния.

Цель исследования: обоснование необходимости включения в Уголовный кодекс России (далее – УК РФ) нормы об ответственности за невыполнение требований по защите персональных данных.

Методы и объекты исследования: при подготовке настоящей работы применялись индуктивный и дедуктивный методы формальной логики, диалектический метод познания, метод сопоставительного анализа, в т. ч. контент-анализа действующих источников российского и зарубежного права, а также метод экспертных оценок по вопросам общественной опасности незаконных деяний в области обращения персональных данных.

Результаты исследования: доказано, что цифровая трансформация экономики оказывает существенное влияние на все отношения в современном обществе. Поэтому ценность информации о личности значительно повышается. Она становится средством для пользования различными сервисами, в т. ч. обеспечивающими обмен материальными и иными ценностями. Учитывая данное обстоятельство, охрана персональных данных должна быть обеспечена не только гражданским и административным, но и уголовным законодательством. Для этого необходимо введение уголовной ответственности за невыполнение требований по защите персональных данных.

Ключевые слова: персональные данные, уголовная ответственность за невыполнение требований по защите персональных данных, общественная опасность нарушения законодательства о персональных данных, цифровизация экономики, преступления в сфере компьютерной информации, конфиденциальная информация.

**CRIMINALIZATION OF FAILURE TO COMPLY
WITH PERSONAL DATA PROTECTION REQUIREMENTS**

Anna E. Dolzhikova
Postgraduate student of the Department of Criminal Law,
Criminal Procedure and Criminology
Peoples' Friendship University of Russia
Moscow, Russia
E-mail: l_a_buka@mail.ru

Subject of research: personal data as the subject of a socially dangerous act.

Purpose of research: to justify the need to include in the Criminal Code of Russia (hereinafter referred to as the Criminal Code of the Russian Federation) a rule on liability for failure to comply with requirements for the protection of personal data.

Methods and objects of research: in the preparation of this work, inductive and deductive methods of formal logic, the dialectical method of cognition, and the method of comparative analysis were

used, incl. content analysis of current sources of Russian and foreign law, as well as a method of expert assessments on issues of the public danger of illegal acts in the field of circulation of personal data.

Main results of research: it has been proven that the digital transformation of the economy has a significant impact on all relationships in modern society. Therefore, the value of information about a person increases significantly. It becomes a means for using various services, incl. ensuring the exchange of material and other values. Taking into account this circumstance, the protection of personal data must be ensured not only by civil and administrative, but also by criminal legislation. This requires the introduction of criminal liability for failure to comply with requirements for the protection of personal data.

Key words: personal data, criminal liability for failure to comply with requirements for the protection of personal data, the public danger of violating the legislation on personal data, digitalization of the economy, crimes in the field of computer information, confidential information.

Введение

Политика государства по цифровизации экономики неизменно приводит к обновлению отношений в каждой сфере жизни человека. На рынке цифровых услуг уже предложено большое количество сервисов, благодаря которым человек без личного участия способен удовлетворить не только материальные потребности: Интернет-магазин, on-line доставка и проч., но и обеспечить реализацию политических прав, заключить/расторгнуть договор с контрагентом, выполнить обязанность налогоплательщика, получить данные о результатах медицинских исследований и т. п. К примеру, по данным Минцифры, в голосовании 8 сентября 2023 года жители различных регионов России могли принять участие дистанционно, предварительно пройдя регистрацию на портале «Госуслуги». Общее количество зарегистрированных избирателей на день голосования составило более 1,2 млн человек [1]. Значительно большее количество пользователей Интернет-ресурсов в настоящее время зарегистрировано на сервисах розничной купли-продажи: Ozon, Wildberries, Joom и др.

Развитие цифровых отношений и активное вовлечение новых участников цифровых отношений, включая сферы, которые ранее даже не рассматривались как объект оцифровки и алгоритмизации [2, с. 193-194], предполагает передачу значительного объема информации о конкретном человеке, т. е. идентифицирующих его сведений. В настоящее время констатируется повышенный интерес представителей криминалитета к базам персональных данных, формируемых различными организациями – операторами обработки персональных данных клиентов. Количество граждан России, персональные данные которых были похищены и предлагаются для продажи, уже исчисляется десятками миллионов человек [3, с. 133].

Появление широких возможностей использования персональных данных как их носителем, так и третьими лицами, создает реальную угрозу для причинения не только морального и имущественного ущерба, но и физического вреда вследствие неправомерного использования персональных данных. В научной литературе высказывается предположение о возможной смене ядерной опасности на цифровую угрозу глобального значения. Ее реализация повлечет за собой техногенные и иные катастрофы, вызванные неправомерным использованием персональных данных для совершения различных преступлений: от мошеннических действий до диверсий и массовых убийств [4, с. 64-65].

Проблема охраны персональных данных, в т. ч. уголовно-правовыми средствами, приобрела значительную актуальность во многих зарубежных государствах. По оценкам исследователей в уголовные законы зарубежных стран активно вносятся изменения, касающиеся установления специальными нормами ответственности за незаконные действия, предметом которых выступают персональные данные граждан. В большинстве случаев эти преступления рассматриваются в качестве разновидности посягательств на частную жизнь личности, а

персональные данные оцениваются в качестве конфиденциальной информации – личной или иной тайны. В той или иной степени специальные уголовно-правовые нормы об охране персональных данных содержатся в законодательстве Дании, Лихтенштейна, Нидерландов, Великобритании и др. [5, с. 65-74]. При этом сфера уголовно-правовой охраны, которая подвергается угрозе нарушения при незаконном использовании персональных данных, сводится к информационной безопасности, неприкосновенности частной жизни личности (переписка, почтовые отправления, телефонные и иные переговоры) и неприкосновенность жилища [6, с. 10, 38-74].

Учитывая кардинальные изменения общественных отношений в части безопасности граждан, обеспечения охраны их прав и интересов имущественного и личного неимущественного характера, необходимо проведение исследования на предмет необходимости включения в действующий УК РФ специальной нормы об ответственности за незаконные действия с персональными данными.

Результаты и обсуждение

Изначально дефиниция «персональные данные» была закреплена Федеральным законом от 20.02.1995 №24-ФЗ «Об информации, информатизации и защите информации» (утратил силу). Под ними понималась конфиденциальная информация о гражданах, касающаяся их частной жизни, личной и семейной тайны, тайны переписки, телефонных переговоров, почтовых, телеграфных и иных сообщений. Точного перечня персональных данных указанный закон не содержал, но предусматривал запрет на их несанкционированные сбор, хранение, использование и распространение.

В соответствии с действующим законодательством персональные данные представляют собой любую информацию, которая прямо или косвенно относится к определенному или определяемому физическому лицу (п. 1 ст. 3 Федерального закона от 27.07.2006 №152-ФЗ (по сост. на 06.02.2023) «О персональных данных»). Приведенное определение сформулировано чрезмерно широко, что не способствует определению круга общественных отношений, возникающих по поводу обращения и использования персональных данных и нуждающихся в обеспечении уголовно-правовой охраной. Поэтому прав был С.И. Гутник, указавший, что при формулировании определения персональных данных необходимо выделить совокупность трех обязательных признаков соответствующей информации:

- использование персональных данных позволяет обеспечить выделение конкретного физического лица из общей массы иных лиц – обладателей своих персональных данных;
- свободное неконтролируемое обращение сведений о физических лицах создает реальную угрозу для причинения вреда правам и законным интересам личности;
- конфиденциальность сведений, включаемых в содержание термина «персональные данные» [7, с. 10-11].

Учитывая вред, который уже в настоящее время причиняется при неправомерном доступе и/или распространении персональных данных, следует уточнить, что свободное и неконтролируемое обращение персональных данных может не только нарушить права и законные интересы конкретного лица – обладателя, но и третьих лиц, которые находятся в служебных, договорных и иных отношениях с правообладателем.

Несмотря на значительную общественную опасность неправомерных действий с персональными данными, которые в ряде случаев могут повлечь за собой наступление общественно опасных последствий, требующих уголовно-правового реагирования, в действующем УК РФ специальная норма об ответственности за такие деяния отсутствует. Пленум Верховного Суда РФ довольно сдержанно указывает на некоторые преступления, в составах которых могут иметь место персональные данные гражданина. Постановление от 27.12.2002 №29 (по сост. на 15.12.2022) «О судебной практике по делам о краже, грабеже и разбое» содержит

разъяснение (п. 251), что хищение денежных средств с банковского счета или электронных денежных средств, совершенное с использованием конфиденциальной информации владельца, в т. ч. его персональные данные, квалифицируется по п. «г» ч. 3 ст. 158 УК РФ. Если хищение указанных предметов совершается путем обмана или злоупотребления доверием, то при прочих равных условиях оно также квалифицируется как кража (п. 17 Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 30.11.2017 №48 (по сост. на 15.12.2022) «О судебной практике по делам о мошенничестве, присвоении и растрате»).

В соответствии с п. 3 Постановления Пленума Верховного Суда РФ от 15.12.2022 №37 «О некоторых вопросах судебной практики по уголовным делам о преступлениях в сфере компьютерной информации, а также иных преступлениях, совершенных с использованием электронных или информационно-телекоммуникационных сетей, включая сеть «Интернет»», охраняемая ч. 1 ст. 272 УК РФ компьютерная информация, для которой установлен специальный режим правовой защиты, включая отнесение ее к разновидности государственной, коммерческой, служебной, личной, семейной или иной тайны, в том числе и персональные данные. Таким образом, Пленум Верховного Суда РФ указывает, что персональные данные в настоящее время следует рассматривать или как средство, или как предмет для отдельных составов преступлений.

Проблема определения объема информации, который охватывается понятием «персональные данные», а равно – и особенностей юридической защиты этой информации от получения, обработки и использования в нарушение интересов ее обладателя, в научной литературе была обозначена уже в начале текущего столетия. По причине «универсальности» использования персональных данных решение о необходимости обеспечения межотраслевой дифференциации юридической ответственности за совершение неправомерных действий, предметом которых они являются, уже тогда сомнений не вызывало [8, с. 7].

Многие авторы сходятся во мнении о том, что за незаконные действия с персональными данными необходимо установить уголовную ответственность, но при этом предлагают различные варианты в части и вариантов квалификации указанных общественно опасных деяний по уже действующим уголовно-правовым нормам, и видов криминализируемых действий. Так, А.Ю. Волкова, ссылаясь на отдельные вступившие в законную силу приговоры, обосновывает необходимость квалификации незаконных действий с персональными данными граждан по ст. 137 или 272 УК РФ [3, с. 135-136].

С.И. Гутник обосновал необходимость корректировки положений ст. 137 и 183 УК РФ, которые должны применяться в случае «распространения» сведений, которые являются персональными данными. Он указывает, что уголовная ответственность в таких случаях будет возможной, если лицо-правообладатель не давало разрешения на распространения своих персональных данных, а лицо-правонарушитель совершает запрещенные действующим законодательством действия с персональными данными. Аналогичные действия, по мнению автора, не образуют состава преступления, предусмотренного ст. 272 УК РФ [7, с. 12-13].

А.А. Шутова приводит доводы о том, что при совершении незаконных действий с персональными (но не регистрационными) данными, которые включаются в объем банковской тайны, нарушаются три самостоятельных, но взаимосвязанных друг с другом объекта уголовно-правовой охраны: отношения собственности, отношения в сфере охраны компьютерной информации и информационно-экономические отношения. Исходя из этого, автор полагает, что совершение указанных выше действий образует идеальную совокупность преступлений, предусмотренных ст. 158, 183 и 272 УК РФ [9, с. 11, 131].

Б.Н. Кадников полагает, что обеспечение прав и законных интересов граждан в части сохранности и правомерности пользования их персональными данными должно осуществляться в соответствии со специальной нормой Особенной части УК РФ. Общая уголовно-правовая норма (ст. 137 УК РФ) не охватывает перечисленные действия, а равно предусматривает чрезмерно мягкие меры ответственности в сравнении с общественной опасностью незаконных действий – нарушения правил обращения с персональными данными граждан. Поэтому в условиях обеспечения надлежащей охраны персональных данных граждан необхо-

дима более емкая дифференциация уголовной ответственности по увеличению степени строгости наказаний, предусмотренных ст. 137 УК РФ, а также введение специальной уголовно-правовой нормы об ответственности за нарушение правил обращения с персональными данными – конфиденциальной информацией [10, с. 11, 24]. Но, указывая на необходимость введения специальной нормы, автор не предлагает ее содержания и точно не указывает место ее предполагаемого нахождения, исходя из родового объекта общественно опасного посягательства.

Аналогичной позиции придерживается Е.В. Хохлова. Не предлагая конкретного описания диспозиции и санкции специальной уголовно-правовой нормы, она предлагает аргументацию «социально-правового и криминологического» содержания в пользу введения такой нормы в отечественный уголовный закон. Общественная опасность деяний, связанных с нарушением правового режима использования персональных данных, обусловлена высокой ценностью нарушаемых прав и свобод – жизнь, личная/семейная тайна, честь, достоинство, собственность, а также особенностями современных отношений, в которых ключевую роль стала играть глобальная компьютеризированность, виртуализация [11, с. 146].

И.Н. Мосечкин также указывает на необходимость установления специальной нормой уголовной ответственности за посягательства на персональные данные, которые выражаются в их незаконном получении, хранении, обработке, сбыте и использовании. Данные общественно опасные действия указывают на принципиально новое преступление, которое автор предлагает именовать «кражей личности» [12, с. 201], но не раскрывает юридических особенностей и предполагаемых признаков его состава.

Некоторые авторы небезосновательно полагают, что использование в нормах уголовного закона конструкции «похищение личности» нежелательно, т. к. в таком случае человек приравнивается к предмету гражданско-правовых отношений [13, с. 156]. Хищение и иные незаконные действия с персональными данными следует рассматривать в качестве преступления, ответственность за которое предусмотрено отдельной нормой из гл. 19 УК РФ. Авторы также предлагают рабочий вариант диспозиции этой уголовно-правовой нормы: «Незаконное получение цифровых идентификационных данных. Получение цифровых идентификационных данных путем похищения, обмана, шантажа, принуждения, угрозы применения насилия либо иным незаконным способом...». Правда, здесь же делается оговорка, что данное преступление следует квалифицировать по совокупности со статьями иных глав УК РФ в зависимости от посягательства на объект уголовно-правовой охраны [13, с. 155-156]. В этом случае предлагаемое решение нельзя считать окончательным, т. к. во всех случаях совершения преступления, предметом которых являются персональные данные, по мнению авторов, всегда будет требовать дополнительной квалификации и установления идеальной совокупности.

Учитывая приведенные мнения, следует поддержать идею о необходимости разработки специальной уголовно-правовой нормы об ответственности за совершение общественно опасных деяний, нарушающих требования законодательства о персональных данных гражданина. В этой связи возникает ряд задач, связанных с определением общественной опасности такого деяния, которая была бы достаточна для криминализации. Такая задача решается путем осуществления сопоставительного анализа действующих норм об административной ответственности за неправомерные действия с персональными данными, а также моделированием негативных последствий, которые могут наступить в результате совершения таких правонарушений.

Итак, действующее российское законодательство предусматривает различные виды юридической ответственности за нарушение правил обращения персональных данных. КоАП РФ содержит ряд специальных норм об ответственности для физических лиц и организаций за неправомерные действия с персональными данными граждан: ст. 13.11. Нарушение законодательства РФ в области персональных данных и ст. 19.7.9. Непредоставление сведений в автоматизированные централизованные базы персональных данных о пассажирах и персонале транспортных средств.

Оценивая общественную опасность таких действий, а равно – перспективы криминализации, можно предположить, что деяния, перечисленные в частях ст. 19.7.9 КоАП РФ, по своему

содержанию не относятся к предмету настоящего исследования. Описанные в указанной норме деяния не предполагают незаконного получения персональных данных, равно как и иных незаконных действий с их разглашением и/или использованием. Поэтому анализ противоправных действий, которые при стечении определенных обстоятельств могут приобрести повышенную общественную опасность, распространяется только на содержание ст. 13.11 КоАП РФ.

Действие данной нормы распространяется на физических и юридических лиц, подлежащих ответственности за совершение нарушений действующего законодательства о персональных данных. Учитывая, что уголовная ответственность организаций действующим законодательством исключается, следует рассмотреть содержание деяний-правонарушений, ответственность за совершение которых может быть возложена на физическое лицо за утрату или иное несанкционированное распространение персональных данных, а равно – создания условий, при которых будет возможным получение персональных данных третьими, не уполномоченными на то лицами:

- неправомерная обработка персональных данных (ч. 1 ст. 13.11 КоАП РФ);
- обработка персональных данных, произведенная без согласия их правообладателя – субъекта персональных данных (ч. 2 ст. 13.11 КоАП РФ);
- невыполнение обязанности по предоставлению субъекту персональных данных информации, касающейся обработки его персональных данных (ч. 4 ст. 13.11 КоАП РФ);
- невыполнение обязанности о блокировании или уничтожении персональных данных в случае, если персональные данные были неполными, устаревшими, неточными, незаконно полученными или не являются необходимыми для заявленной цели обработки (ч. 5 ст. 13.11 КоАП РФ);
- невыполнение обязанности по соблюдению условий сохранности персональных данных и исключаяющих несанкционированный к ним доступ, если это повлекло различные «неправомерные действия» в отношении персональных данных (ч. 6 ст. 13.11 КоАП РФ).

Перечисленные в ст. 13.11 КоАП РФ деяния представляют собой частные случаи нарушения установленных действующим законодательством правил обращения персональных данных граждан. Сами по себе они едва ли могут претендовать на статус преступления ввиду отсутствия должной общественной опасности. Поэтому криминализация правонарушения, предметом которого являются персональные данные, возможна только в случаях наступления общественно опасных последствий в виде причинения вреда жизни и здоровью, имущественного ущерба или иных тяжких последствий.

Толкование содержания ст. 13.11 КоАП РФ позволяет заключить, что лицо, допущенное в установленном законом порядке, к получению, обобщению, систематизации и иным действиям с персональными данными, может в случае нарушения нормативных требований безопасности создать угрозу для утраты и/или получения третьими неуправомоченными лицами конфиденциальной информации – персональных данных, а равно – их действительная утрата и/или распространение. Поэтому при формулировании уголовно-правовой нормы нет необходимости перечислять все возможные виды нарушений законодательства о персональных данных в качестве общественно опасного деяния – признака объективной стороны. Но все же следует понимать, что общественная опасность такого преступления формируется ввиду несанкционированной передачи или получения персональных данных третьими неуправомоченными лицами, которые, в свою очередь, получают возможность для совершения противоправных действий, направленных против прав, свобод и законных интересов граждан, интересов общества и государства.

Юридическая конструкция состава преступления, предметом которого являются персональные данные, должна предполагать наступление общественно опасных последствий, которые выступают обязательным признаком объективной стороны. Конструирование состава преступления как формального не обеспечит должного уровня общественной опасности для криминализации и сведет описываемое деяние к уровню административного правонарушения. В части видов общественно опасных последствий следует предусмотреть имуществен-

ный ущерб в размерах, сопоставимых с особо крупным размером хищений, т. е. от одного миллиона рублей. Для обеспечения высокого уровня дифференциации ответственности за совершение преступления последствия в виде причинения вреда здоровью, жизни человека, а также иные тяжкие последствия необходимо рассматривать в качестве квалифицирующих обстоятельств по отношению к признакам основного состава преступления.

Заключение и выводы

Результаты, полученные в ходе представленного исследования, могут быть представлены следующими выводами:

1. Официальное определение дефиниции «персональные данные» сформулировано крайне широко, что позволяет признать таковыми любые сведения, так или иначе характеризующие или относящиеся к конкретному физическому лицу. Для установления ответственности за противоправные действия, предметом которых являются персональные данные, необходимо конкретизировать их содержание. Поэтому под персональными данными следует понимать только ту информацию, свободное обращение которой может причинить вред конкретному физическому лицу и/или третьим лицам.

2. Ответственность за незаконные действия по распространению персональных данных следует предусмотреть в отдельной норме действующего уголовного закона. По конструкции состав такого преступления должен быть материальным. Для соблюдения правил построения уголовно-правовых норм при описании деяния следует использовать общие формулировки, указывающие на совершение нарушения законодательства о персональных данных без конкретизации видов таких нарушений. Открытый перечень деяний, предметом которых выступают персональные данные, обеспечит установление ответственности за любые действия, если они повлекли за собой соответствующие последствия. Поэтому описание деяния может быть представлено в следующем виде: «невыполнение требований по защите персональных данных».

3. Общественно опасные последствия как обязательный признак объективной стороны состава преступления должны включать в себя имущественный ущерб в сумме, превышающей один миллион рублей. Для обеспечения высокого уровня дифференциации ответственности за совершение преступления последствия в виде причинения вреда здоровью, жизни человека, а также иные тяжкие последствия необходимо рассматривать в качестве квалифицирующих обстоятельств по отношению к признакам основного состава преступления.

Литература

1. В электронном голосовании приняли участие уже больше половины зарегистрированных онлайн-избирателей / Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. – URL: https://digital.gov.ru/ru/events/46975/?utm_referrer=https%3a%2f%2fyandex.ru%2f (дата обращения: 15.09.2023). – Текст : электронный.
2. Лапшин, В. Ф. Назначение наказания компьютерной программой: правовая инновация или деградация? / В. Ф. Лапшин // Пенитенциарная наука. – 2020. – Т. 14, № 2. – С. 192-198. – Текст : непосредственный.
3. Волкова, А. Ю. Персональные данные как объект уголовно-правовой охраны / А. Ю. Волкова // Уголовное право: стратегия развития в XXI веке. – 2023. – № 3. – С. 132-137. – Текст : непосредственный.
4. Вабищевич, В. В. Социально-правовые и исторические предпосылки криминализации вмешательства в персональные данные / В. В. Вабищевич // Журнал Белорусского государственного университета. Право. – 2020. – № 1. – С. 61-71. – Текст : непосредственный
5. Хохлова, Е. В. Уголовно-правовая охрана персональных данных в зарубежных странах / Е. В. Хохлова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: История и право. – 2022. – Т. 12, № 4. – С. 62-78. – Текст : непосредственный.

6. Проскурякова, М. И. Защита персональных данных в праве России и Германии: конституционно-правовой аспект : дис. ... канд. юрид. наук / М. И. Проскурякова. – СПб., 2017. 193 с. – Текст : непосредственный.
7. Гутник, С. И. Уголовно-правовая характеристика преступных посягательств в отношении персональных данных: дис. ... канд. юрид. наук / С. И. Гутник. – Красноярск, 2017. 241 с. – Текст : непосредственный.
8. Просветова, О. Б. Защита персональных данных: автореф. дис. ... канд. юрид. наук / О. Б. Просветова. – Воронеж, 2005. – 24 с. – Текст : непосредственный.
9. Шутова, А. А. Уголовно-правовое противодействие информационным преступлениям в сфере экономической деятельности: теоретический и прикладной аспекты : дис. ... канд. юрид. наук / А. А. Шутова. – Н. Новгород, 2017. – 264 с. – Текст : непосредственный.
10. Кадников, Б. Н. Уголовно-правовая охрана конституционного права граждан на неприкосновенность частной жизни : автореф. дис. ... канд. юрид. наук / Б. Н. Кадников. – М., 2008. – 27 с. – Текст : непосредственный.
11. Хохлова, Е. В. Социальная обусловленность уголовной ответственности за преступления, связанные с персональными данными / Е. В. Хохлова. – Текст : непосредственный // Вестник Тверского государственного университета. Серия «Право». – 2022. – № 3. – С. 141-148.
12. Мосечкин, И. Н. Направления совершенствования уголовно-правовых средств обеспечения защиты персональных данных / И. Н. Мосечкин. – Текст : непосредственный // Научные исследования в современном мире. Теория и практика. Сборник избранных статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 10 января 2022). – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2022. – С. 200-202.
13. Зварыгин, В. Е. Похищение «цифровой личности»: проблемы квалификации / В. Е. Зварыгин, А. М. Ахатова. – Текст : непосредственный // Уголовное право: стратегия развития в XXI веке. – 2023. – № 3. – С. 148-157.

**ЛИШЕНИЕ ПРАВА ЗАНИМАТЬ ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ДОЛЖНОСТИ
ИЛИ ЗАНИМАТЬСЯ ОПРЕДЕЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ
ПО УГОЛОВНОМУ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВУ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ**

Ларченко Александр Анатольевич

*аспирант Национального центра законодательства
и правовых исследований Республики Беларусь*

Минск, Беларусь

E-mail: larchenko126@mail.ru

Предмет исследования: нормы уголовного законодательства Азербайджана, Армении, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Молдовы, России, Таджикистана, Туркменистана, Узбекистана и Украины, определяющие порядок назначения наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью.

Цель исследования: сравнительный анализ национальных подходов к сущности и порядку назначения этого наказания, кругу его правоограничений, срокам, возможности применения к несовершеннолетним, ответственности за уклонение от отбывания в зарубежных государствах.

Объект исследования: уголовно-правовые отношения, возникающие при применении уголовной ответственности с назначением наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, которые исследовались путем применения формально-логических, сравнительно-правового и историко-правового методов.

Основные результаты исследования: сформулированы выводы об общих тенденциях реализации статьи 49 Модельного уголовного кодекса СНГ и предложения по совершенствованию национальных уголовных законов в части конструирования статей о лишении права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью.

Ключевые слова: наказание, лишение права занимать определенную должность, лишение права заниматься определенной деятельностью, меры уголовно-правового характера.

**DEPRIVATION OF THE RIGHT TO TAKE CERTAIN POSITIONS
OR PERFORM CERTAIN ACTIVITIES UNDER THE CRIMINAL LEGISLATION
OF THE CIS PARTICIPANT STATES**

Aleksandr A. Larchenko

*Postgraduate of the National Center for Legislation
and Legal Research of the Republic of Belarus*

Minsk, Belarus

E-mail: larchenko126@mail.ru

Subject of research: the norms of the criminal legislation of Azerbaijan, Armenia, Belarus, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Moldova, Russia, Tajikistan, Turkmenistan, Uzbekistan and Ukraine, which determine the procedure for imposing punishment in the form of deprivation of the right to hold certain positions or engage in certain activities.

Purpose of research: a comparative analysis of national approaches to the nature and procedure for imposing this punishment, the range of its legal restrictions, terms, the possibility of applying to minors, responsibility for evading serving in foreign countries.

Object of research: criminal law relations arising from the application of criminal liability with the imposition of punishment in the form of deprivation of the right to hold certain positions or

engage in certain activities, which were studied by applying formal-logical, comparative-legal and historical-legal methods.

Main results of research: conclusions were formulated about the general trends in the implementation of article 49 of the CIS Model Criminal Code and proposals for improving national criminal laws in terms of constructing articles on the deprivation of the right to hold certain positions or engage in certain activities.

Keywords: punishment, deprivation of the right to hold a certain position, deprivation of the right to engage in certain activities, criminal law measures.

Введение

Актуальность настоящего исследования связана с необходимостью повышения качества правовых норм, определяющих наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью в уголовных законах стран постсоветского пространства в связи с утратой значения этого наказания в уголовных законах. Например, в Республике Беларусь за весь 2022 год это наказание было применено за коррупционные преступления в качестве основного лишь в 39 случаях [1]. Лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью составило 0,12% от общего количества наказаний, назначенных судами Кыргызской Республики за этот же период [2]. Анализ уголовного законодательства зарубежных стран, в частности, постсоветских государств, позволяет найти положительный правовой опыт, который можно имплементировать в отечественное право, и избежать включения в законодательство неудачных конструкций правовых норм. В связи с этим считаем целесообразным определить особенности лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью как наказания законодательств стран ближнего зарубежья.

Результаты и обсуждение

Сначала считаем необходимым остановиться на анализе соответствующих положений Модельного уголовного кодекса СНГ (далее – МУК) как итога общих тенденций развития уголовно-правовой мысли на постсоветском пространстве. Этот кодекс определяет наказание в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью как запрет занимать должности на государственной службе, в органах местного самоуправления, на предприятиях любой формы собственности или в общественных объединениях, либо заниматься профессиональной или иной деятельностью (ч. 1 ст. 49 МУК). Забегая вперед, такая конструкция будет прослеживаться в основной массе уголовных законов государств – участников СНГ.

Это наказание может применяться в качестве основного или дополнительного, что влияет на его сроки: оно может налагаться за умышленные преступления – на срок от одного года до десяти лет, за неосторожные преступления – от одного года до пяти лет, а в качестве дополнительного наказания на срок от одного года до пяти лет (ч. 2 ст. 49 МУК).

Считаем, что наличие более высокой максимальной границы сроков лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью в случае осуждения виновного в умышленном преступлении является обоснованным, поскольку дает возможность суду, учитывая характер и степень общественной опасности совершенного деяния и личность виновного, назначать виновному более строгое наказание, которое бы отражало внутренние и внешние обстоятельства преступления. К ним могут относиться отягчающие обстоятельства, в том числе использование служебного положения для совершения преступления, рецидив и т. д. Схожую мысль высказывает С.Ф. Милуков, который предлагает увеличить сроки лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью до десяти лет за умышленные деяния [3, с. 34]. Правильным, на наш взгляд, будет являться и увеличение нижнего предела дополнительного наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельно-

стью в уголовных законах государств – участников СНГ на срок до одного года, поскольку меньший срок правоограничений не окажет должного исправительного воздействия на осужденного. Касательно проблемных вопросов фиксации в уголовных законах сроков назначения этого наказания, отсылаем читателя к соответствующему нашему исследованию [4].

МУК предусматривает возможность назначить наказание в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью в качестве дополнительного наказания в случае, если оно не указано в санкции статьи Особенной части УК, но когда суд с учетом характера совершенного преступления и данных о личности виновного признает невозможным сохранение за ним права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью (ч. 3 ст. 49 МУК).

К несовершеннолетним также может быть применено наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью (ст. 89 МУК), однако сроки его будут существенно меньше. Оно назначается несовершеннолетним на срок от одного года до двух лет (ст. 92 МУК).

Лишение права занимать определенные должности или заниматься определенным видом деятельности получило отражение, с национальными особенностями, во всех уголовных законах государств – участников СНГ (ст. 46 УК Азербайджана; ст. 51 УК Беларуси; ст. 52 УК Армении; ст. 50 УК Казахстана; ст. 63 УК Кыргызстана; ст. 65 УК Молдовы; ст. 47 УК РФ; ст. 50 УК Таджикистана; ст. 45 УК Туркменистана; ст. 45 УК Узбекистана; ст. 55 УК Украины). В уголовном законе Узбекистана это наказание носит иное название – «лишение определенного права» (ст. 45 УК Узбекистана), что, однако, не оказывает значимого влияния на его содержание.

Как отмечает В.В. Минина, в уголовном законодательстве разных стран лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью имеет различную правовую природу и выступает не только в роли уголовного наказания за преступления и проступки, но и в качестве «последствия преступления», а также «меры безопасности» [5, с. 97].

Уголовные законы зарубежных стран предусматривают обширные перечни дополнительных наказаний, связанных с лишением или ограничением тех или иных прав, в том числе лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, лишение водительских прав на определенный срок, хранение или ношение оружия, право избирать и быть избранным и др. Как указывают авторы, особенностью этих наказаний является то, что они применяются, если при совершении преступления лицо злоупотребляет предоставленным ему правом [6, с. 128].

За исключением Беларуси и Украины, содержание лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью как наказания раскрывается не только в названии, но и соответствующих определениях в Общей части уголовных законов.

Большинство законодателей государств – участников СНГ определяет это наказание в схожем ключе – как запрет занимать должности на государственной службе, в органах местного самоуправления либо заниматься определенной профессиональной или иной деятельностью (ч. 1 ст. 46 УК Азербайджана; ч. 1 ст. 50 УК Казахстана; ч. 1 ст. 63 УК Кыргызстана; ч. 1 ст. 47 УК РФ; ч. 1 ст. 50 УК Таджикистана). Законодатели Армении, Туркменистана и Узбекистана предусматривают более широкий круг субъектов, на занятие должности в которых может налагаться запрет: «...определенные должности в государственных органах, органах местного самоуправления и организациях...» (ч. 1 ст. 52 УК Армении); «...должности на государственной службе, в органах местного самоуправления, на предприятиях любой формы собственности или в общественных объединениях...» (ч. 1 ст. 45 УК Туркменистана); «...те или иные должности на предприятиях, в учреждениях или организациях...» (ч. 1 ст. 45 УК Узбекистана).

На наш взгляд, лишение права занимать определенные должности и лишение права заниматься определенной деятельностью по своей природе являются самостоятельными наказаниями, которые объединены в одну статью лишь в целях удобства правоприменения. В случае лишения права занимать определенные должности назначение этого наказания состоит в предупреждении совершения осужденным новых преступлений в сфере выполнения

служебных обязанностей, а при лишении права заниматься определенной деятельностью – в предупреждении преступлений при выполнении лицом не должностной, а профессиональной или иной деятельности. Поэтому наказание в виде лишения права занимать определенные должности в уголовных законах государств – участников СНГ должно быть связано с содержанием категории «должностное лицо» в этих же правовых актах.

По нашему мнению, более правильной является формулировка этого наказания в УК РФ, так как лица, выполняющие управленческие функции на предприятиях любой формы собственности или в общественных объединениях, не являются должностными согласно примечанию к ст. 285 УК РФ. В связи с этим к ним должно применяться наказание в виде лишения права заниматься соответствующим видом деятельности (управленческой, предпринимательской и т. д.).

Специальными субъектами преступлений, что влечет наложения наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, могут выступать лица, на которых одновременно возложены как профессиональные, так и служебные обязанности. В этом случае, как указывает И.А. Савенко, если выполнение виновным профессиональных функций невозможно без исполнения должностных обязанностей, в отношении него следует налагать одновременно наказание как в виде лишения права занимать определенные должности, так и лишения права заниматься определенной деятельностью (например, на представителя власти) [7].

Считаем, что следует подвергнуть критике определение, предложенное молдавским законодателем в ч. 1 ст. 65 УК Молдовы, в том ключе, что наложение запрета только в случае если должность или деятельность была «использована осужденным при совершении преступления» делает проблематичным применение этого наказания за неосторожные преступления, поскольку «использование» предполагает умышленный характер осуществления действия.

В уголовных законах отсутствует единство подходов к определению сроков этого наказания при назначении его в качестве основного: «от одного года до пяти лет» (ст. 46.1 УК Азербайджан; ч. 1 ст. 51 УК Беларуси; ч. 2 ст. 65 УК Молдовы; ч. 2 ст. 47 УК РФ; ч. 2 ст. 45 УК Туркменистана; ст. 45 УК Узбекистан); «от одного года до десяти лет» (ч. 2 ст. 50 УК Казахстана); «от одного до трех лет» (ч. 2 ст. 63 УК Кыргызстана); «от одного до двадцати лет» (ч. 2 ст. 50 УК Таджикистана); «от двух до пяти лет» (ч. 1 ст. 55 Украина). Выделяется уголовный закон Армении, который предусматривает различные сроки за умышленные и неосторожные преступления: «срок от двух до семи лет за умышленные преступления и на срок от одного года до пяти лет – за неосторожные преступления» (ч. 2 ст. 52 УК Армении).

Сроки лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью в качестве дополнительного наказания в уголовных законах также различаются: «от шести месяцев до трех лет в качестве дополнительного вида наказания» (ч. 3 ст. 63 УК Кыргызстана; ч. 2 ст. 47 УК РФ); «от года до трех лет» (ст. 46.1 УК Азербайджан; ч. 2 ст. 45 УК Туркменистана; ст. 45 УК Узбекистан; ч. 1 ст. 55 Украина), а законодатели Беларуси, Казахстана, Молдовы, Таджикистана специально сроков этого наказания в качестве дополнительных не оговаривают.

При этом в уголовных законах Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, России, Таджикистана, Украины за отдельные категории преступлений предусматриваются иные сроки наказания (ч. 1 ст. 51 УК Беларуси; ч. 2 ст. 50 УК Казахстана; ч. 4 ст. 63 УК Кыргызстана; ч. 2 ст. 45 УК РФ; ст. 50(1) УК Таджикистана; ч. 1 ст. 55 УК Украины). Некоторые из них вплоть до пожизненного лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью. Например, в силу ст. 50 Уголовного кодекса Республики Казахстан за совершение коррупционных преступлений лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью назначается обязательно и состоит в пожизненном запрете занимать должности [8, с. 46].

Единство подходов наблюдается у законодателей государств – участников СНГ к порядку исчисления этого наказания. Дополнительное наказание в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью исчисляется с мо-

мента отбывания основного наказания, если оно связано с ограничением или лишением свободы, а при назначении наказания в виде в качестве дополнительного наказания к другим основным наказаниям – с момента вступления в законную силу приговора суда (ч. 4 ст. 52 УК Армении; ст. 46.3 УК Азербайджана; ч. 4 ст. 51 УК Беларуси; ч. 4 ст. 50 УК Казахстана; ч. 5,6 ст. 63 УК Кыргызстана; ч. 4 ст. 65 УК Молдовы; ч. 4 ст. 47 УК РФ; ч. 4 ст. 50 УК Таджикистана; ч. 4 ст. 45 УК Туркменистана; ст. 45 УК Узбекистана; ч. 3 ст. 55 УК Украины).

Конкретный максимальный срок лишения права занимать определенные должности может быть установлен и непосредственно санкцией статьи. Исключением является уголовный закон Республики Беларусь, в санкциях статей которого никак не оговариваются минимальные и максимальные границы этого наказания.

В уголовных законах государств – участников СНГ не раскрывается круг конкретных правоограничений, которые могут налагаться на осужденного к лишению права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью. В том числе, в уголовном законе Узбекистана, которым предусмотрено «лишение определенного права», сами эти права не определены: указано лишь, что такой вид такой должности или деятельности определяется судом при постановлении обвинительного приговора (ст. 45 УК Узбекистана).

Исключением является лишение права управления транспортным средством. Законодателями, как правило, установлены иные сроки или особенности применения (ч. 1 ст. 51 УК Беларуси; ч. 1 ст. 50 УК Казахстана; ч. 1 ст. 55 УК Украины) этого правоограничения. Например, за ряд преступлений по УК Казахстана виновный пожизненно лишается права управления транспортным средством (ч. 1 ст. 50 УК Казахстана).

Несколько дальше пошли законодатели Азербайджана и Молдовы, которые выделили лишение права управления транспортными средствами в самостоятельную категорию в системе наказаний (ст. 42.0.2 УК Азербайджана; п. b-1 ч. 1 ст. 62 УК Молдовы). Обращает на себя внимание, что в обоих этих случаях лишение права управлять транспортным средством может выступать только дополнительным наказанием на срок от одного до пяти лет (ст.ст. 43.2, 45.1 УК Азербайджана; п. 4 ст. 62 и п. 2 ст. 65-1 Молдовы).

При этом УК Молдовы предусматривает не только лишение, но и аннулирование права управления транспортными средствами, с последующим восстановлением водительских прав в общем порядке (п. 3 ст. 65-1 УК Молдовы) [9, с. 111].

Стоит отметить, что в научной литературе указывается на одинаковость для государственных служащих последствий, наступающих в результате наложения наказаний в виде лишения права занимать определенные должности, и просто фактических последствий судимости. Применительно к российскому законодательству стоит процитировать И.А. Архенгольц, «...государственные служащие будут отстранены от должности как с назначением такого наказания, так и без него в силу общеправового последствия судимости в виде запрета занимать должности в государственных органах... наличие неснятой или непогашенной судимости зачастую препятствует нахождению в должности муниципального служащего, что закрепляется на уровне нормативных правовых актов муниципального образования. Таким образом, назначение наказания в виде лишения права занимать должности в государственных органах и в органах муниципального образования оказывается «фиктивным», поскольку и без его назначения судимое лицо не будет допущено к замещению названных должностей» [10]. Отметим, что для служащих частных организаций это наказание будет оставаться эффективным, поскольку в законодательстве большинства государств – участников СНГ отсутствуют ограничения на занятия должностей в организациях частной формы собственности.

По мнению Р.В. Комбарова, имеет место конкуренция этого наказания с условным осуждением к лишению свободы, что является одной из причин редкого назначения наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью [11, с. 30].

По-разному в уголовных законах государств – участников СНГ разрешен вопрос о возможности применения лишения права занимать определенные должности или заниматься

определенной деятельностью в отношении несовершеннолетних. В законодательствах Азербайджана, Кыргызстана, Туркменистана и Узбекистана отсутствует возможность назначения этого наказания за преступления, совершенные лицами до восемнадцати лет. В других государствах – участниках СНГ предусмотрена возможность лишать несовершеннолетних лишь права заниматься определенной деятельностью (п. 3 ч. 1 ст. 190 УК Беларуси; п. 1 ч. 1 ст. 88 УК Казахстана; ч. 1 ст. 88 УК РФ; п. 6 ч. 1 ст. 87 УК Таджикистана). Только в Украине к несовершеннолетним может быть применено дополнительное наказание в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью (ч. 2 ст. 98 УК Украины). При этом сроки лишения права заниматься определенной деятельностью в части стран значительно меньше в отношении несовершеннолетних: «на срок от одного года до трех лет» (ст. 112 УК Беларуси); «от одного года до двух лет» (ч. 2 ст. 88 УК Казахстана; ч. 3 ст. 87 УК Таджикистана).

Как отмечает А.В. Звонов, частым явлением стало уклонение от отбывания наказания осужденными к лишению права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью [12, с. 84].

Однако не во всех уголовных законодательствах государств-участников СНГ предусматриваются действенные механизмы реализации ответственности за уклонение осужденного от наказания в виде лишения права заниматься определенной деятельностью или занимать определенные должности.

Лишь уголовные законы Беларуси, Кыргызстана и Украины предусматривают соответствующие механизмы. Согласно ч. 6 ст. 51 УК Беларуси, в случае злостного уклонения осужденного от отбывания наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, суд по представлению органа, на который возложено исполнение приговора, может заменить лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью ограничением свободы из расчета один день ограничения свободы за один день лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, но на срок не свыше пяти лет.

С.А. Пичугин обращает внимание на значительную долю повторных преступлений, совершенных лицами, осужденными к этому наказанию после их постановки на учет [13, с. 21].

Как отмечает А.Ю. Рыжанков, более эффективным будет сочетание лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью со штрафом [14, с. 188].

Уголовный закон Кыргызстана предусматривает возможность не замены наказания, а привлечения виновного к уголовной ответственности за неисполнение приговора суда, решения суда или иного судебного акта (ч. 7 ст. 63 УК Кыргызстана).

Таким образом, на постсоветском пространстве фактически отсутствует уголовно-правовая ответственность за уклонение от отбывания этого наказания, что, согласимся с А.М. Бородиной и И.В. Дворянсковым, является недопустимым [15, с. 431].

При этом М.В. Афанасьев указывает, что разные органы исполняют на постсоветском пространстве это наказание: в Украине, Республике Казахстан, Молдове, Киргизской Республике исполнение данного наказания осуществляет служба пробации; Республике Беларусь и Армении – уголовно-исполнительная инспекция; Республике Азербайджан – исполнительный чиновник; Республике Узбекистан, Республике Туркменистан – орган внутренних дел; Республике Таджикистан – инспекция по исправительным делам [16, с. 42].

Заслуживает внимание уголовно-правовой механизм лишения юридического лица права заниматься определенной деятельностью в уголовных законах Азербайджана и Молдовы.

Согласно ст. 99-4.1 УК Азербайджана, основанием применения уголовно-правовых мер к юридическому лицу, в том числе лишение юридического лица права заниматься определенной деятельностью, являются преступления, совершенные физическими лицами в пользу этого юридического лица или в защиту его интересов. Как подчеркивает М.Г. Гумбатов, лишение юридического лица права заниматься определенной деятельностью в Азербайджане

назначается, если сохранение за юридическим лицом права заниматься определенной деятельностью считается нецелесообразным [17, с. 70].

Это лишение юридического лица права заниматься определенной деятельностью состоит в ряде правоограничений: аннулировании лицензии на осуществление определенного вида предпринимательской деятельности, запрете на заключение определенных сделок, выпуск акций или других ценных бумаг, получение государственных субсидий или иных льгот, либо занятие другой деятельностью. Срок этих правоограничений зависит от тяжести совершенного преступления: от одного года до пяти лет (ст. 99-7 УК Азербайджана).

Лишение юридического лица права заниматься определенной деятельностью по уголовному закону Молдовы состоит в наложении таких же правоограничений, однако налагаться они могут на срок до пяти лет, либо на неограниченный срок (ст. 73 УК Молдовы).

Отметим, что украинский уголовный закон, хотя и предусматривает меры уголовно-правового характера в отношении юридических лиц, однако не включает в них лишение права заниматься определенной деятельностью, а только штраф, конфискацию и ликвидацию (ст. 96.6 УК Украины).

Заключение и выводы

Таким образом, по результатам проведенного исследования можно заключить, что положения ст. 49 МУК в национальных законодательствах государств – участников СНГ реализуются в разном объеме.

Лишение права занимать определенные должности или заниматься определенным видом деятельности получило отражение во всех уголовных законах государств – участников СНГ, однако содержание может существенно отличаться от предложенного в ст. 49 МУК.

Большинство законодателей государств – участников СНГ под этим наказанием понимают запрет занимать должности на государственной службе, в органах местного самоуправления либо заниматься определенной профессиональной или иной деятельностью, и, как правило, не предусматривают круга конкретных ограничений. Исключением является лишение права управления транспортным средством, которое в ряде стран выступает самостоятельным наказанием. По нашему мнению, относительно этого наказания в уголовных законах должна идти речь не о лишении, а о запрете управления транспортным средством, поскольку в судебной практике имеют место случаи наложения этого наказания на лиц, которые лишены права управления транспортными средствами за административные правонарушения. Считаем, что статьи о лишении права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью должны содержать соответствующее примечание, что это наказание может заключаться в «запрете или лишении права управления транспортными средствами на срок...».

Наибольшее расхождение наблюдается в сроках лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью. Срок определяет характер, тяжесть, форму вины совершенного преступления и особые признаки осуждаемого. Положительно отметим наличие дифференциации сроков наказания в зависимости от характера совершенного преступления в ряде уголовных законов, например, УК Казахстана. Считаем, что подобный подход следует применить и в уголовных законах государств – участников СНГ.

Так, в целях обеспечения соответствия наказания тяжести совершенного преступления, предлагается установить конкретные сроки лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью в санкциях статей УК Республики Беларусь. В настоящий момент это наказание может назначаться на срок до пяти лет, и суд сам определяет конкретный срок в приговоре. При этом анализ белорусской судебной практики показывает, что суды назначают в абсолютном большинстве случаев наказания именно на пять лет, без учета личности виновного и фактических обстоятельств дела [18].

Для большинства государств – участников СНГ необходимым является разработка и имплементация механизма замены наказания в виде лишения права занимать определенные

должности или заниматься определенной деятельностью на иное наказание в случае уклонения лица от соблюдения норм его правоограничений.

Литература

1. Краткие статистические данные о деятельности судов общей юрисдикции по осуществлению правосудия за 2022 год // Официальный сайт Верховного Суда Республики Беларусь. – URL: <https://court.gov.by/ru/statistika1/140398d808504cbe.html> (дата обращения: 11.06.2023). – Текст : электронный.
2. Информация о работе местных судов за 2022 год (в сравнении с 2021 годом) // Официальный сайт Верховного Суда Кыргызской Республики. – URL: <https://court.gov.by/ru/statistika1/140398d808504cbe.html> (дата обращения: 11.06.2022). – Текст : электронный.
3. Милюков, С. Ф. Российская система наказаний / С. Ф. Милюков ; под редакцией Б. В. Волженкина. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский юридический институт генеральной прокуратуры Российской Федерации, 1998. – 48 с. – Текст : непосредственный.
4. Ларченко, А. А. Лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью как вид уголовного наказания: проблемы сроков / А. А. Ларченко. – Текст : электронный // Правовая культура в современном обществе: сборник научных статей / Министерство внутренних дел Республики Беларусь, учреждение образования «Могилевский институт Министерства внутренних дел Республики Беларусь»; редкол.: И. А. Демидова (отв. ред.) [и др.]. – Могилев : Могилев. институт МВД, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-R).
5. Минина, В. В. Лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью в зарубежном уголовном законодательстве / В. В. Минина. – Текст : непосредственный // Государство и право: актуальные проблемы формирования правового сознания : сборник статей II Международной научно-практической конференции, 30 ноября 2018 года / под ред. Н. В. Пантелеевой. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2019. – С. 95–99.
6. Уголовная ответственность в Республике Беларусь: отдельные теоретико-правовые аспекты: монография / Н. В. Пантелеева, Т. А. Корень, В. В. Минина [и др.]. – Текст : электронный // Репозиторий Могилевского государственного университета имени А. А. Кулешова. – URL: <https://libr.msu.by/handle/123456789/10574> – Дата доступа: 11.06.2023.
7. Савенко, И. А. Уголовно-правовые аспекты ответственности за халатность / И. А. Савенко. – Текст : электронный // Электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ugolovno-pravovye-aspekty-otvetstvennosti-za-halatnost> (дата обращения: 15.02.2023).
8. Кафиатулина, А. В. Лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью: уголовно-правовой и уголовно-исполнительный аспекты: дис. ... канд. ист. наук : 12.00.08 / А. В. Кафиатулина ; Рос. гос. университет Правосудия. – М., 2019. – 291 с. – Текст : непосредственный.
9. Сафин, Л. Р. Зарубежный опыт формирования перечня наказаний, не связанных с лишением свободы / Л. Р. Сафин. – Текст : непосредственный // Правовая политика и правовая жизнь. – 2023. – № 1. – С. 103–116.
10. Архенгольц, И. А. Сравнительный анализ содержания наказания в виде запрета заниматься определенной деятельностью или занимать определенные должности и общеправовых последствий судимости / И. А. Савенко. – Текст : электронный // Электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-soderzhaniya-nakazaniya-v-vide-zapreta-zanimatsya-opredelennoy-deyatelnostyu-ili-zanimat-opredelennye-dolzhnosti-i/viewer> (дата обращения: 17.02.2023).
11. Комбаров, Р. В. Проблемы реализации наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью / Р. В. Комбаров. – Текст : непосредственный. // Ведомости уголовно-исполнительной системы. – 2020. – № 3. – С. 29–33.

12. Звонов, А. В. Содержание кары уголовного наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью: краткий обзор / А. В. Звонов. – Текст : непосредственный // Человек: преступление и наказание. – 2016. – № 3. – С. 82–88.
13. Пичугин, С. А. Лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью: вопросы нормативной регламентации и правоприменительной практики / С. А. Пичугин. – Текст : непосредственный // Ведомости уголовно-исполнительной системы. – 2021. – № 11. – С. 16–24.
14. Рыжанков, А. Ю. Реализация принципов справедливости, гуманизма и индивидуализации наказания при привлечении к уголовной ответственности за служебную халатность / А. Ю. Рыжанков. – Текст : непосредственный // Проблемы укрепления законности и правопорядка: наука, практика, тенденции : сб. науч. тр. / ГУ «Науч.-практ. центр проблем укрепления законности и правопорядка Генер. прокуратуры Респ. Беларусь» ; редкол.: В. В. Марчук (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2022. – Вып. 15. – С. 184–191.
15. Бородина, М. Б. Уголовно-правовые аспекты ответственности за халатность / М. Б. Бородина, И. В. Дворянсков. – Текст : непосредственный // Человек: преступление и наказание. – 2019. – № 4. – С. 428–434.
16. Афанасьев, М. В. Зарубежный опыт уголовно-исполнительного законодательства стран содружества независимых государств по исполнению наказания в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью / М. В. Афанасьев. – Текст : непосредственный // Legal Bulletin. – 2020. – № 2. – С. 41–48.
17. Гумбатов, М. Г. Наказание в виде лишения права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, уголовно-правовая мера в виде лишения права заниматься определенной деятельностью в отношении юридического лица и их исполнение в Азербайджанской Республике / М. Г. Гумбатов. – Текст : непосредственный // Уголовно-исполнительное право. – 2020. – № 1. – С. 68–74.
18. Банк данных судебных постановлений белорусских судов // База электронного судопроизводства. – URL: <https://service.court.gov.by/ru/account/login?returnUrl=%2Fru%2Fjuridical%2Fjudgmentresults> (дата обращения: 11.06.2023). – Текст : электронный.

СУДЕБНОЕ ТОЛКОВАНИЕ УГОЛОВНО-ПРАВОВЫХ ОЦЕНОЧНЫХ ПОНЯТИЙ

Сумачев Алексей Витальевич

*доктор юридических наук, профессор,
профессор кафедры уголовно-правовых дисциплин
Тюменского государственного университета
Тюмень, Россия
ORCID: 0000-0002-1133-9574
E-mail: alekssumachev@mail.ru*

Предмет исследования: нормы российского уголовного законодательства, содержащие оценочные понятия, материалы судебной практики и постановлений Пленумов Верховного Суда Российской Федерации, а также научные работы ученых об оценочных уголовно-правовых категориях.

Цель исследования: выработка научно обоснованных предложений по совершенствованию уголовного закона в части некоторой конкретизации оценочных признаков, которые бы исключали двоякое толкование уголовно-правовых норм.

Методы и объекты исследования: в основу исследования положены диалектический метод познания, формально-юридический метод, а также методы анализа, синтеза, индукции и дедукции. Объектом исследования выступают некоторые уголовно-правовые оценочные признаки, трактовка которых порой разнится не только на уровне судов первой инстанции, но и на уровне Верховного Суда Российской Федерации.

Основные результаты исследования: делается вывод о целесообразности разработки примерных характеристик того или иного оценочного понятия для их учета следственно-судебными органами в повседневной правоприменительной деятельности.

Ключевые слова: оценочное понятие, объект, объективная сторона, субъект, субъективная сторона, уголовно-правовая оценка.

INTERPRETATION OF CRIMINAL LAW EVALUATION CONCEPTS IN THE ACTIVITY OF COURTS

Alexey V. Sumachev

*Doctor of Law, Professor,
Professor of the Department of Criminal Law Disciplines
Tyumen State University
Tyumen, Russia
ORCID: 0000-0002-1133-9574
Email: alekssumachev@mail.ru*

Subject of research: norms of the Russian criminal legislation containing evaluative concepts, materials of judicial practice and resolutions of the Plenums of the Supreme Court of the Russian Federation, as well as scientific works of scientists devoted to the research topic.

The purpose of the study: to develop scientifically sound proposals for improving the criminal law in terms of some specification of the features of evaluative concepts that would exclude a dual interpretation of criminal law norms

Methods and objects of research: the research is based on the dialectical method of cognition, the formal legal method, as well as methods of analysis, synthesis, induction and deduction. The object of the study is some criminal law evaluative concepts, the interpretation of which sometimes

varies not only at the level of the courts of first instance, but also at the level of the highest judicial body – the Supreme Court of the Russian Federation.

The main results of the study: the conclusion is made about the expediency of developing approximate characteristics of a particular evaluative concept for their consideration by investigative and judicial authorities in daily law enforcement activities.

Keywords: evaluative concept, object, objective side, subject, subjective side, criminal legal assessment.

Введение

Нет сомнений в том, что одним из важных правил законодательной техники является использование в законодательстве таких понятий, которые бы исключали двоякое толкование правовых норм. Особо это значимо для уголовного права как наиболее репрессивной отрасли российского права. Однако в реальной действительности избежать использования в законодательстве оценочных понятий законодатель не в состоянии. В таких случаях для единообразного применения уголовного законодательства в следственно-судебной практике содержание некоторых оценочных понятий раскрывается в соответствующих постановлениях Пленумов Верховного Суда Российской Федерации. Но и в них порой определяется лишь примерный перечень критериев, составляющих содержание того или иного оценочного понятия. Стоит заметить, что в целом суды следуют рекомендациям постановлений Пленумов Верховного Суда РФ, однако порой «неохотно» выходят за рамки этих самых рекомендаций. Тем не менее, достаточно значительный блок уголовно-правовых оценочных понятий остается формально неопределенным. Более того, содержание оценочных уголовно-правовых понятий порой «наполняется» на основе традиционно сложившейся судебной практики в конкретном регионе страны, что может порождать отсутствие единообразия в деятельности российских судов в целом. Во избежание порождения «региональной» специфики правоприменения уголовного законодательства целесообразно учитывать результаты исследований в области теории уголовного права. Здесь на основе той же обобщенной практики деятельности судов, критического анализа научных взглядов, а порой и исследования исторического, сравнительно-правового и международного опыта, формулируются и обосновываются предложения по единообразной оценке тех или иных уголовно-правовых понятий (в том числе, и оценочных).

Результаты и обсуждение

В современной теории уголовного права предложено несколько классификаций оценочных понятий и юридически значимых признаков. Одна из них предполагает выделение следующих классификационных групп на основе элементов состава преступления:

- 1) уголовно-правовые оценочные понятия, относящиеся к объекту преступления;
- 2) уголовно-правовые оценочные понятия, относящиеся к объективной стороне преступления;
- 3) уголовно-правовые оценочные понятия, относящиеся к субъекту преступления;
- 4) уголовно-правовые оценочные понятия, относящиеся к субъективной стороне преступления.

В первом случае – уголовно-правовые оценочные понятия, относящиеся к объекту преступления, – следует говорить об оценочном содержании самого объекта, об оценочном содержании понятий при определении потерпевшего от преступления либо предмета преступления.

Так, к оценочным понятиям можно относить честь и достоинство личности как объект преступления, интересы службы в коммерческих и иных организациях, общественную нравственность и т. п. Традиционно считают, что «честь» (оценка личности со стороны окружающих) и «достоинство» (самооценка) как объект оскорбления есть парные категории. Соответственно, оскорбление наедине нельзя оценивать как уголовно наказуемое деяние. Кроме

того, поскольку «достоинство» относится к субъективной сфере, объективная оценка тех или иных слов, как унижающих достоинство конкретного человека, может вызвать сложности и в отдельных случаях требует проведения этико-лингвистической экспертизы. Отдельные ученые-юристы, предлагая выход из данной ситуации, указывают, что использование обценной лексики (мата) в таких случаях следует признавать оскорблением. Другой вопрос: как соотносить объект жестокого обращения с животными – общественную нравственность – с национальными традициями отдельных этнических групп населения. Взрослые представители народов Крайнего Севера, народностей Северного Кавказа и т. п. учат малолетних детей охотиться, забивать и разделывать животных и т. п. По-видимому, следует соотносить «общественную нравственность» с этическими нормами и ментальностью различных социальных групп.

Признаки потерпевшего, характеризующие выполнение им общественного долга, его беспомощное состояние также относятся к оценочным уголовно-правовым понятиям. Например, содержание такого понятия, как «выполнение общественного долга», определенное в п. 6 постановления Пленума Верховного Суда РФ от 27 января 1999 года № 1 «О судебной практике по делам об убийстве (ст. 105 УК РФ)», по мнению отдельных ученых, слишком широкое и не отвечает требованиям научной корректности [1, с. 47]. Так, Н.Г. Иванов утверждает, что общественным долгом может быть лишь такая обязанность, которая возлагается на гражданина Конституцией РФ или нормативными документами общественных организаций, поскольку долг всегда определялся как императив: безусловная обязанность выполнения возложенных на лицо обязанностей. А «долг – мораль», определяемый в названном постановлении, представляет собой нравственную ментальность, но не общественный долг в современном его понимании [1, с. 47].

Неоднозначно трактует Пленум Верховного Суда РФ и беспомощное состояние потерпевшего. Так, постановление Пленума Верховного Суда РФ «О судебной практике по делам об убийстве (ст. 105 УК РФ)» состояние сна не относит к беспомощному состоянию (п. 7), а постановление Пленума Верховного Суда РФ от 15 июня 2004 г. № 11 «О судебной практике по делам о преступлениях, предусмотренных статьями 131 и 132 Уголовного кодекса Российской Федерации» – относит (абз. 4 п. 3).

Значительный ущерб гражданину, особая историческая, научная, художественная или культурная ценность предмета хищения, товары, продукция, работы или услуги, не отвечающие требованиям безопасности, являются оценочными признаками при определении предмета преступления. «Значительный ущерб» ни в законе, ни в соответствующих постановлениях Пленума Верховного Суда РФ не формализован, что также препятствует единообразию судебной практики. В литературе предлагалось формализовать это понятие: либо признавать значительным кратную величину дохода потерпевшего (например, за период 3-х месяцев), либо установить фиксированную сумму (на 2022 год – 100 тыс. (?) рублей). Не все однозначно и в отношении уголовно-правовой оценки «услуг, не отвечающим требованиям безопасности». В частности, судебной практике известны случаи как положительной, так и отрицательной квалификации деяний, содержащих в себе признаки состава преступления, предусмотренного ст. 238 Уголовного кодекса Российской Федерации (далее – УК РФ), которые совершались водителями такси, находившимися при оказании услуг перевозки пассажиров и багажа в нетрезвом состоянии.

Уголовно-правовые оценочные понятия, относящиеся к объективной стороне преступления, могут иметь отношение как к самому общественно опасному деянию (как правило, к способам совершения такового), так и к общественно опасным последствиям преступления. Применительно к способам законодатель использует такие формулировки, как «особая жестокость», «жестокое обращение», «неприличная форма», «развратные действия» и др. Трактовка понятий, связанных с «жестокостью», как правило, основана на систематичности действий в отношении потерпевшего, «неприличная форма» оценивается исключительно с точки зрения жизненной позиции судьи. Например, схожие нецензурные выражения в адрес лица, злоупотребляющего спиртными напитками, и лица, характеризующегося положительно,

судом оценивалось по-разному (в последнем случае, как правило, выносились обвинительные приговоры по ст. 130 УК РФ*).

Вопрос об отнесении действий (бездействия) к разряду развратных до сих пор остается открытым. Законодатель, описывая объективную сторону развратных действий, ограничился лишь указанием на отсутствие насилия при их совершении, не конкретизируя виды таковых. Отсутствие четко заданных законодателем признаков объективной стороны развратных действий порождает некоторые трудности в применении данной нормы. И здесь стоит предложить некоторые правила, которые могут способствовать устранению указанных трудностей в части применения ст. 135 УК РФ:

- 1) к развратным действиям не следует относить любые насильственные действия (это правило прямо задано законодателем – «совершение развратных действий без применения насилия»);
- 2) к развратным действиям не относятся добровольно совершенные половое сношение, мужеложство и лесбиянство (данные действия характеризуют объективную сторону состава преступления, предусмотренного ст. 134 УК РФ);
- 3) к развратным действиям не относятся деяния, совершенные по неосторожности.

Последнее правило в специальной литературе порой подвергается сомнению: предлагается относить к развратным действиям родителей, не принимающих мер к ограничению доступа ребенка к продукции сексуального характера (например, небрежное хранение порнографических журналов, компьютерных дисков с порнографическими фильмами в доступном для ребенка месте) либо занятие сексом в одной комнате с ребенком, который еще не заснул. Судебная же практика связывает развращение несовершеннолетнего исключительно с наличием специальной цели. Например, Свердловский областной суд исключил из обвинения М. ст. 120 УК РСФСР (ст. 135 УК РФ) на том основании, что он «совершая изнасилование Т., одновременно не преследовал цели развращения К., присутствовавшего при этом» [2].

В части использования оценочных понятий при описании общественно опасных последствий, законодатель довольно часто использует терминологию «тяжкие последствия», при этом, порой, не согласуя между собой содержание этого понятия. Так, установленное в постановлении Пленума Верховного Суда РФ № 4 от 22 апреля 1992 г. «О судебной практике по делам об изнасиловании» правило, согласно которому к «особо тяжким последствиям», предусмотренным ч. 4 ст. 117 УК РСФСР, может быть отнесено только самоубийство потерпевшей, дало основание современным авторам право говорить о том, что покушение на самоубийство «не может рассматриваться в качестве иного тяжкого последствия изнасилования», а квалификация по п. «б» ч. 3 ст. 131 УК РФ «возможна лишь в случае, если в результате покушения на самоубийство здоровью потерпевшей был причинен тяжкий вред здоровью» [3, с. 273]. Верховный Суд РФ эту позицию разделяет (п. 17 постановления Пленума Верховного Суда РФ № 11 от 15 июня 2004 г. «О судебной практике по делам о преступлениях, предусмотренных статьями 131 и 132 Уголовного кодекса Российской Федерации») [4]. Вместе с тем, постановление Пленума Верховного Суда Российской Федерации № 9 от 27 мая 1998 г. «О судебной практике по делам о преступлениях, связанных с наркотическими средствами, психотропными, сильнодействующими и ядовитыми веществами» и постановление Пленума Верховного Суда РФ № 19 от 16 октября 2009 г. «О судебной практике по делам о злоупотреблении должностными полномочиями и о превышении должностных полномочий» к тяжким последствиям как квалифицирующим признакам преступления, предусмотренным п. «б» ч. 3 ст. 230 УК РФ, ч. 3 ст. 285 УК РФ и п. «в» ч. 3 ст. 286 УК РФ, относят не только самоубийство, но и покушение на самоубийство.

В отношении субъекта также используются уголовно-правовые оценочные понятия, среди которых наиболее неоднозначным является «служебное положение» субъекта преступления (п. «в» ч. 2 ст. 127-1, п. «в» ч. 2 ст. 127-2, ч. 2 ст. 128, ч. 3 ст. 159 и др. УК РФ). Содержание «слу-

* Данное правило распространялось до конца 2011 года, пока ст. 130 УК РФ не была исключена из УК РФ.

жебного положения» можно вывести из понятия «служебная деятельность», которое разъяснено в п. 6 постановления Пленума Верховного Суда РФ «О судебной практике по делам об убийстве (ст. 105 УК РФ)»: «Под осуществлением служебной деятельности следует понимать действия лица, входящие в круг его обязанностей, вытекающих из трудового договора (контракта) с государственными, муниципальными, частными и иными зарегистрированными в установленном порядке предприятиями и организациями независимо от формы собственности, с предпринимателями, деятельность которых не противоречит действующему законодательству». Указанное определение способно породить как минимум два сомнительных момента: 1) служащим можно признать любого работника: от грузчика до банковского служащего (получается, что служба – это выполнение любых трудовых функций); 2) понятие «служебная деятельность» ограничена лишь деятельностью по трудовому договору, что справедливо критикует И.В. Шишко, которая отмечает, что даже обязанности руководителя и главного бухгалтера могут осуществляться на основании гражданско-правового, а не трудового договора [5, с. 53].

В постановлении Пленума Верховного Суда РФ от 18 ноября 2004 г. № 23 «О судебной практике по делам о незаконном предпринимательстве и легализации (отмывании) денежных средств или иного имущества, приобретенных преступным путем» указано, что «под лицами, использующими свое служебное положение (пункт «б» части 3 статьи 174 и пункт «б» части 3 статьи 174.1 УК РФ), следует понимать должностных лиц, служащих, а также лиц, осуществляющих управленческие функции в коммерческих и иных организациях». Здесь, в свою очередь, «служебное положение» непосредственно связано с использованием своих полномочий «должностным лицом» либо «управленцем в коммерческих и иных организациях». Но из этого ряда «выбиваются» деяния, совершаемые лицами, использующими свой статус, либо связанные с выполнением иных функций. Как видно, высшие судебные инстанции трактуют эти понятия неоднозначно. Целесообразна, по-видимому, разработка понятия «служащий», относя к ним, например, лиц, проходящих (несущих) службу в государственных, муниципальных, общественных или частных организациях (учреждениях, предприятиях), обязанности которых выражаются в оказании платных услуг по специальности (квалификации) технического, экономического, научного, социально-культурного, бытового и иного характера или выполнении своего долга перед Отечеством [6, с. 4].

Не отличается единством мнений и вопрос о содержании уголовно-правовых оценочных понятий, относящихся к субъективной стороне преступления. Это «хулиганские побуждения», «иная личная заинтересованность», которые в судах трактуются весьма неоднозначно.

Определяя содержание «хулиганских побуждений», Пленум Верховного Суда РФ опять же использует исключительно оценочные понятия: «явное неуважение к обществу и общепринятым нормам морали», «открытый вызов общественному порядку», «желание противопоставить себя окружающим, продемонстрировать пренебрежительное к ним отношение» (п. 12).

Применительно к «иной личной заинтересованности», Пленум Верховного Суда РФ лишь примерно определяет содержание этого понятия: «...стремление должностного лица извлечь выгоду неимущественного характера, обусловленное такими побуждениями, как карьеризм, семейственность, желание приукрасить действительное положение, получить взаимную услугу, заручиться поддержкой в решении какого-либо вопроса, скрыть свою некомпетентность и т. п.» (п. 16 постановления Пленума Верховного Суда Российской Федерации № 19 от 16 октября 2009 г. «О судебной практике по делам о злоупотреблении должностными полномочиями и о превышении должностных полномочий»).

Заключение и выводы

Здесь проиллюстрированы лишь некоторые уголовно-правовые оценочные понятия, толкование которых порой разнится не только на уровне судов первой инстанции, но и на уровне высшего судебного органа – Верховного Суда Российской Федерации. Во избежание этого предложение может быть одно: разработать примерные характеристики того или иного оценочного понятия и рекомендовать следственно-судебным органам учитывать эти реко-

мендации в повседневной деятельности. Для этого стоило бы составить соответствующий глоссарий и принять его на уровне Верховного Суда Российской Федерации, закрепив в форме постановления Пленума Верховного Суда Российской Федерации.

Литература

1. Уголовное право. Особенная часть : учебник / Отв. редакторы Н. И. Ветров, Ю. И. Ляпунов. – Москва: Новый Юрист, 1998. 766 с. – Текст : непосредственный.
2. Архив Свердловского областного суда. – 1996. – № 2-272. – Текст : непосредственный.
3. Курс уголовного права. Особенная часть. Том 3 : учебник для вузов / Под ред. Г. Н. Борзенкова, В. С. Комиссарова. – М.: Изд-во ЗЕРЦАЛО, 2002. – 470 с. – Текст : непосредственный.
4. Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. – 2004. – № 8. – Текст : непосредственный.
5. Шишко, И. В. Квалификация «служебного долга» в условиях рыночных отношений / И. В. Шишко. – Текст : непосредственный // Российская юстиция. – 2003. – № 4. – С. 53.
6. Агапов, П. В. «Использование служебного положения» как квалифицирующий признак общеуголовных преступлений / П. В. Агапов, А. Г. Безверхов. – Текст : непосредственный // Следователь. – 2001. – № 2. – С. 2-5.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ УМЫСЛА И ЕГО ТОЛКОВАНИЕ

Хилюта Вадим Владимирович

доктор юридических наук, доцент,
доцент кафедры уголовного права, уголовного процесса и криминалистики,
УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»
Беларусь, Гродно
E-mail: tajna@tut.by

Предмет исследования: в статье рассматривается вопрос о сущности умышленной формы вины. Намечены аспекты понимания интеллектуального компонента умышленной формы вины по уголовному праву России и Беларуси.

Цель исследования: определить сущность интеллектуального компонента умышленной формы вины и аспекты толкования прямого и косвенного умысла правоприменителем.

Методы и объекты исследования: при проведении исследования использовались традиционные методы социально-правового и формально-догматического анализа: документальный, историко-правовой, аналитический, системный, логический.

Основные результаты исследования: автором констатируется, что осознание общественной опасности и противоправности имеет различное объяснение в рамках уголовного и административно-деликтного права. Однако в своей сущности эти понятия имеют одинаковое предназначение. Наличие двойных критериев в части отличия прямого умысла от косвенного в уголовном праве нивелирует волевой компонент вины, т. к. желание всегда подменяется предвидением, что непременно расширяет границы прямого умысла. Конструкция субъективной стороны состава преступления, содержащаяся в уголовном законе (ст. 25 УК РФ), позволяет утверждать, что сегодня содержание волевого признака умышленной формы вины определяется исходя из содержания интеллектуального признака умысла. Это неправильно, т. к. основное отличие прямого умысла от косвенного должно проводиться по волевому компоненту вины.

Ключевые слова: вина, умысел, противоправность, общественная опасность, прямой умысел, косвенный умысел, ответственность, преступление.

THE INTELLECTUAL ELEMENT OF INTENT AND ITS INTERPRETATION

Vadim V. Khilyuta

Doctor of Law, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Criminal Law,
Criminal Procedure and Criminalistics,
Yanka Kupala State University
Belarus, Grodno
E-mail: tajna@tut.by

Subject of research: the article considers the question of the essence of the intentional form of guilt. Aspects of understanding the intellectual component of the intentional form of guilt under the criminal law of Russia and Belarus are outlined.

Purpose of research: to determine the essence of the intellectual component of the intentional form of guilt and aspects of the interpretation of direct and indirect intent by the law enforcement officer.

Methods and objects of research: traditional methods of socio-legal and formal dogmatic analysis were used during the research: documentary, historical and legal, analytical, systematic, logical.

Main results of research: the author states that the awareness of public danger and illegality has a different explanation within the framework of criminal and administrative-tort law. However, in their essence, these concepts have the same purpose. The presence of double criteria regarding the difference between direct intent and indirect in criminal law levels the volitional component of guilt, because desire is always replaced by foresight, which necessarily expands the boundaries of direct intent. The construction of the subjective side of the corpus delicti contained in the criminal law (Article 25 of the Criminal Code of the Russian Federation) allows us to assert that today the content of the volitional sign of an intentional form of guilt is determined based on the content of the intellectual sign of intent. This is wrong, because the main difference between direct intent and indirect intent should be based on the volitional component of guilt.

Keywords: guilt, intent, illegality, public danger, direct intent, indirect intent, responsibility, crime.

Введение

Вина и виновность являются ключевыми признаками преступления и состава преступления как институционального образования. Однако понимание их сущности и отражение в законе не всегда идентично тому смысловому предназначению, которое нередко вкладывается в объем данного понятия. Понятие вины характерно как для определения сущности преступления, так и для понимания признаков состава преступления. Более того, вина, как характерный признак, присуща и административному правонарушению. Но сравнительное исследование данных институтов в уголовном и административно-деликтном праве выявило их нетождественное понимание, что определенным образом сказывается на вопросе привлечения лиц, допустивших деликт, к административной или уголовной ответственности.

Результаты и обсуждение

Уголовный закон в описании умышленной формы вины определяет, что лицо должно осознавать общественную опасность своих действий (бездействия). Об этом прямо указано, как в ч. 2 ст. 25 УК РФ, так и в ч. 2 ст. 22 УК РБ. Сознание общественной опасности деяния (действия или бездействия) означает понимание его фактического содержания и общественного значения. Здесь сознание представляет собой человеческую способность к воспроизведению действительности в мышлении. В этом аспекте осознание как интеллектуальный компонент вины представляет собой мыслительный процесс, протекающий в сознании человека и заключающийся в понимании им основных и социально значимых характеристик (свойств) совершаемого деяния и наступивших в результате этого деяния последствий.

Как отмечается в правовой литературе, осознание – единственный элемент психологического содержания вины, который объединяет прямой и косвенный умысел в единую умышленную форму вины. Именно по этой причине общее определение умысла можно сформулировать как осознанное, намеренное совершение преступления. Предвидение, желание, сознательное допущение и безразличное отношение имеют по отношению к осознанию производный, вторичный характер [1, с. 25]. Осознание, как таковое, предопределяет умышленный характер вины. Это первый аспект осознания.

Второй аспект связан с вопросом осознания противоправности деяния. И в этой связи зачастую поднимается вопрос о том, должен ли субъект помимо осознания общественной опасности совершаемого деяния осознавать еще и противоправность деяния. По этому поводу нередко указывается, что осознание общественной опасности не означает вовсе, что лицо должно задумываться над общественной опасностью своего деяния. Для наличия этого признака достаточно того, что лицо сознает фактические обстоятельства своего посягательства, и что это деяние причинило, или по своему содержанию и направленности могло причинить существенный вред охраняемым уголовным законом интересам. Эти обстоятельства могут сознаваться практически любым здравомыслящим лицом. Замена этого признака умысла на

сознание лицом противоправности своего деяния, как отмечает И.О. Грунтов, может причинить только вред, или породить коллапс в правоприменительной практике [2, с. 44-45]. В такой ситуации лицо, сознающее, что причиняет существенный вред каким-либо интересам, в свое оправдание может всегда ссылаться на незнание закона. Поэтому осознание общественной опасности деяния (действия или бездействия) обычно предполагает и осознание противоправности (запрещенности) деяния. То есть сознание противоправности означает и то, что совершаемое виновным деяние противоречит нормам установленного правопорядка.

Однако в таком ключе сознание противоправности не особо отличается от сознания общественной опасности, поскольку для осознания противоправности требуется лишь понимание социальной сущности своего деяния. По этой причине в правоведении нередко констатируется, что осознание общественной опасности охватывает собой и осознание противоправности, потому как лицо осознает социальную вредность своего поступка и предвидит его значимые последствия, а также это же лицо понимает запрещенность своего поведения и возможность наступления юридических последствий.

Тем не менее, здесь есть один момент, на который следует обратить внимание. Говоря о сознании лицом противоправности деяния вовсе не требуется, чтобы это лицо осознавало факт преступности совершаемого им акта (поведения). Лицо должно осознавать содержание самого поведения и его неправомерность. По этой причине заслуживает внимания предложение А.И. Бойко связывать осознание противоправности с деятельностью специальных субъектов преступления, когда их деятельность основывается на знании специальных правил. Его предложение буквально сводится к формулированию следующей нормы в тексте УК РФ: «Вина как обязательное условие уголовной ответственности предполагает осознание лицом, совершившим запрещенное настоящим Кодексом деяние, общественной опасности своего деяния и предвидение его последствий. Знание предписаний и запретов других законов и подзаконных нормативных актов обязательно лишь для ограниченного круга преступлений, совершаемых лицами в сфере профессиональной деятельности и при условии надлежательной регламентации их труда» [3, с. 517-518].

Таким образом, когда в рассматриваемой нами ситуации применительно к понятию противоправности используют известную римскую формулу: «незнание закона не освобождает от ответственности», ее не следует толковать буквально. Потому как здесь всегда будет возникать следующий вопрос: что должен осознавать правонарушитель и преступник? Проиллюстрируем эту проблему на примере административно-деликтного законодательства.

Так, сегодня ст. 2.1 КоАП Республики Беларусь предусматривает, что «административным правонарушением признается противоправное виновное деяние (действие или бездействие) физического лица, а равно противоправное деяние юридического лица, за совершение которого установлена административная ответственность». Такая формулировка содержится в ст. 2.1 КоАП РФ. То есть ключевой момент административного правонарушения состоит в противоправности осуществляемого деяния, иначе говоря, его запрещенности, а не в общественной опасности (вредности) совершенного деяния – правонарушения. Буквально, это сегодня означает, что общественная опасность деяния присуща уголовному преступлению, а не административному правонарушению.

Такое положение дел прямым образом сказывается и на понимании вины. Согласно ст. 2.3 КоАП РФ вина – это психическое отношение физического лица к совершенному им противоправному деянию, выраженное в форме умысла или неосторожности. Виновным в совершении административного правонарушения может быть признано только вменяемое физическое лицо. При этом административное правонарушение признается совершенным «умышленно, если физическое лицо, его совершившее, сознавало противоправность своего деяния, предвидело его вредные последствия и желало или сознательно допускало наступление этих последствий либо относилось к ним безразлично». Об осознании противоправности сказано также в ст. 2.2 КоАП РФ. Такое понимание вины, в принципе, можно объяснить именно тем, что если закон определяет противоправность в качестве одного из признаков

правонарушения, то, соответственно, лицо, совершая деяние, должно осознавать то, что оно запрещено законом.

Основное отличие в данном случае вины в административном правонарушении от вины как признака субъективной стороны состава преступления заключается в том, что физическое лицо (в отношении юридических лиц вообще действует принцип объективного вменения) при совершении административного правонарушения должно осознавать не общественную опасность (вредоносность) своего деяния, а именно противоправность. Именно на этом обстоятельстве сегодня сделан акцент в КоАП. Что же это означает: осознание противоправности административного правонарушения и имеется ли принципиальное отличие от осознания вредоносности совершаемого лицом деяния?

Если исходить из того, что противоправность есть запрещенность административного правонарушения, состав которого прописан в КоАП, то первый вывод напрашивается сам по себе. Физическое лицо должно осознавать, что деяние, которое оно совершает, прямым образом запрещено в КоАП. Но здесь и возникает вопрос, а если лицо не знает о том, что совершаемое им деяние является правонарушением, как тогда быть?

Отметим, что в одном из обобщений по делам об экономических правонарушениях Генеральная прокуратура Республики Беларусь применительно к такому преступлению, как нарушение правил о сделках с драгоценными металлами и камнями (ст. 223 УК РБ), по этому поводу прямо указала, что нередко основаниями к отказу в возбуждении уголовных дел правоприменителями указывалась «неосведомленность покупателей о необходимости оттисков государственных клейм». Вместе с тем, как указала Генеральная прокуратура Республики Беларусь, по такого рода делам законодатель не включает осознание противоправности в определение умысла (ст. 22 УК РБ). «Осознание противоправности деяния не является обязательным, поскольку совершение умышленного преступления возможно без знания его запрещенности уголовным законом, что следует принимать во внимание при принятии решений об отказе в возбуждении уголовных дел по такому основанию» [4, с. 355]. Тем самым, было отмечено, что для осознания противоправности характерно знание запрещенности определенного поведения законом.

Если данный постулат переложить на сферу административного судопроизводства, то вытекает довольно-таки парадоксальная картина, хотя она вовсе не отвечает существующей реальности. Грубо говоря, если следовать логике Генеральной прокуратуры Республики Беларусь, то оказывается, что если указан признак противоправности, то лицо должно знать запрещенность того или иного поведения, т. е. осознавать то, что совершаемое им деяние прописано в качестве правонарушения в норме закона (КоАП или УК). В принципе, в обоснование данного суждения можно приводить различные примеры из практики, когда именно таким образом исходил правоприменитель, давая оценку противоправности поведения физического лица.

Таким образом, можно сделать вывод, что если лицо не осознает противоправности своего поведения (если следовать буквальному прочтению нормы закона), то ответственность за совершение умышленного правонарушения должна исключаться. Однако так ли обстоит все на самом деле, и действительно ли закон требует осознания лицом противоправности своего деяния в том строгом смысле, что, совершая умышленное правонарушение, физическое лицо должно достоверно знать о том, что существует подобного рода запрет, и он не вправе учинять то или иное действие в обход существующего запрета?

Все-таки когда мы ведем речь об осознании противоправности деяния и осознании его общественной опасности (вредоносности), то понятия эти весьма различны. Стоит напомнить, что в административно-деликтном праве закреплена психологическая концепция вины, суть которой сводится к тому, что физическое лицо должно осознавать не столько вредоносность своего деяния, сколько, главным образом, его запрещенность. То есть лицо не просто должно понимать фактическое содержание и значение совершаемого им деяния, социальную опасность своего поведения, но и то, что за такое деяние (а не за какое-либо другое) установлена административная ответственность. Наверное, такое положение дел связано с тем, что не всякое общественно

опасное (вредоносное) деяние является противоправным. Здесь действует пресловутая аксиома: «незнание закона не освобождает от ответственности». Однако вряд ли в наши дни она остается с гносеологической точки зрения такой же незыблемой и априори верной, как во времена Древнего Рима.

Ведь если взять ряд запретов, существующих в сфере рынка ценных бумаг и банковской деятельности, налогообложения, предпринимательской деятельности, таможенного регулирования, экологической безопасности, использования топливно-энергетических ресурсов, архитектурной и градостроительной деятельности и т. д., то речь будет идти непременно о нарушении специальных правил. Полагаем, что знание данных правил и есть обязательное условие наступления административной ответственности. Поэтому лицо должно обязательно знать подобные правила, если мы ставим вопрос о привлечении его к административной ответственности за их нарушение.

В чем же тогда принципиальное отличие в характере осознания противоправности и общественной опасности (вредоносности) совершенного деяния (действия или бездействия)? С одной стороны, осознание общественной опасности (вредоносности) совершенного деяния предполагает, что лицо, его учиняющее, понимает социально-опасный характер своего поведения, его фактические последствия, причиняемый вред и т. д. С другой стороны, осознание общественной опасности также характеризует социально упречное поведение других лиц к совершаемому поступку, его негативную и отрицательную оценку со стороны общества. То есть оценка акту человеческого поведения может даваться как самим лицом, его совершающим, так и обществом в целом. Однако факт осознания совершаемого деяния не может замыкаться на самом лице, его учинившем.

Такое положение вещей породило в уголовном праве постулат, согласно которому по любому уголовному делу констатируется презумпция сознания общественной опасности и необходимости доказывания только социальной значимости отдельных фактов [5]. Сознание противоправности в наши дни не требуется, иначе, как отмечают некоторые криминалисты, это означало бы, что к ответственности можно привлечь только то лицо, которое досконально знает закон. Соблюдение на практике этого требования «вызывало бы неосновательное освобождение от уголовной ответственности лиц, которые, сознавая общественно опасный характер своего деяния, впоследствии сослались на незнание уголовного закона» [6, с. 166].

Однако конкретные уголовные дела в этой части ставят под сомнение данный тезис, потому как в ряде ситуаций физические лица вполне осознают вредоносность совершаемых ими деяний, но их поведение не расценивается именно как преступление (или покушение на него) потому, что данные лица не осознавали противоправность своего деяния, заблуждались в оценке преступности совершаемого деяния. И хотя сегодня осознание противоправности не требуется в интеллектуальном компоненте вины, правоприменительные органы по ряду дел фактически ссылаются на данный признак, указывая тем самым, что если лицо не осознает противоправность, то это и не является преступлением (или покушением на преступление).

Следовательно, можно предположить, что если лицо не осознавало противоправность своего деяния, то оно и не может быть привлечено к уголовной ответственности, хотя такое лицо в полной мере осознавало общественную опасность своего поведения и желало совершить незаконные действия с наркотическими веществами. Однако реальность административного судопроизводства говорит об обратном. Сегодня никто из правоприменителей фактически не ссылается на то обстоятельство, что физическое лицо не может быть привлечено к административной ответственности на том основании, что оно не знало правовой нормы, и в таком случае не может наступить административная ответственность. Очевидно, что таким образом противоправность в административно-деликтном праве никто не толкует. Тогда возникает естественный вопрос: каким же образом следует понимать осознание противоправности административного правонарушения?

В духе поставленного вопроса вполне понятно, что если рассматривать противоправность исключительно как понимание установленного запрета и его осознания (правонаруши-

тель должен знать о существовании определенной нормы), то это ни к чему хорошему не приведет и породит коллапс существующей системы (потому как все будут утверждать, что они не знали закон). Речь скорее должна идти о том, что правонарушитель осознает и понимает негативный характер своих действий. Но если именно так ставить вопрос, то это уже не осознание противоправности в чистом виде. Здесь больше крен смещается в сторону того, что правонарушитель осознает вредоносность своих действий. А вредоносность деяния не является признаком административного правонарушения. В этом и состоит суть проблемы.

Более того, общественная опасность (вредоносность) и противоправность не тождественные понятия, они соотносятся между собой как содержание и форма. Поэтому если исключить из понимания административного правонарушения указание на то, что оно лишено вредоносности, то тогда получается, что само определение административного правонарушения лишено содержательной части, и указывает лишь на его формальную определенность – противоправность. Однако государство не может обязать своих граждан знать все законы. Следовательно, противоправность не может существовать без содержательного компонента в определении правонарушения – вредоносности деяния. Поэтому физическое лицо при совершении административного правонарушения должно осознавать не только его запрещенность, но и вредоносность своего поведения, его антисоциальное значение для интересов различных субъектов.

Таким образом, с теоретической точки зрения сегодня правоприменитель оказался в замкнутом круге. Если определение административного правонарушения не знает такого признака, как «вредоносность», то очевидно, что этот признак и не может появиться в характеристике интеллектуального компонента вины административного правонарушения. Как тогда можно осознавать вредоносность деяния, если определение административного правонарушения не содержит в себе этого признака? Есть только указание на противоправность, но вряд ли сегодня найдется хоть одно физическое лицо, которое бы знало все существующие запреты. Поэтому в чистом виде осознавать противоправность в ряде ситуаций попросту невозможно.

При этом, когда мы говорим об осознании противоправности, то само осознание характеризуется знанием и отношением. Причем именно отношение выражает сущность осознания, отношение своего поведения к другим ценностям, их противопоставление. Следовательно, если мы подчеркиваем то, что при осознании противоправности лицо должно знать сущность установленного запрета (или его наличие), то этого явно недостаточно. Лицо не просто должно знать фактические признаки своего деяния, но и понимать социальную значимость осуществляемого деяния (своего поведения). Иначе характеристика «осознание противоправности деяния» будет пониматься различными субъектами правоприменительной деятельности по-разному.

Таким образом, осознание противоправности административного правонарушения предполагает, что лицо должно знать не только сам запрет, но и его содержательную часть в плане знания нормативных предписаний, содержащихся в иных отраслях права, а не только в административно-деликтном. То есть в данном случае лицо должно не предполагать, а точно знать, что, например, тот или иной вид рыбы, им пойманный, занесен в Красную книгу, и рыба, которую лицо поймало, является именно таковой. В этом и заключается суть противоправности.

Однако заметим, ввиду неясности самого нормативного предписания о том, что же конкретно должно осознавать лицо, и о какой противоправности следует вести речь, данная правовая характеристика интеллектуального компонента вины может толковаться по-разному, и объем понятия «осознание противоправности» может правоприменителем как расширяться, так и сужаться.

Таким образом, если сегодня сознание противоправности деяния, т. е. его формально-юридического аспекта, не является обязательным условием для констатации наличия вины в действиях лица в уголовном праве, то в административно-деликтном праве понятию «осознание противоправности» придается совсем иной смысл, который не сводится сугубо к зна-

нию лицом существующего запрета. Осознание противоправности в административном праве, по сути, рассматривается в широком понимании и толкуется правоприменителем исходя из того, что физическое лицо, совершая правонарушение, осознает вредоносный характер своего деяния, и такое же осознание противоправности осуществляемых им действий присутствует у других субъектов правоотношений.

Итак, сознание общественной опасности предполагает и осознание наступления общественно опасных последствий, т. е. то, что лицо осознает и предвидит те последствия, которые наступят в результате совершения им определенного деяния. Предвидению всегда предшествует сознание, и именно сознание предопределяет то, что может предвидеть лицо, и формировать желаемый результат. Поэтому можно сказать, что предвидение является существенной характеристикой сознательной деятельности человека [7, с. 133].

Тем не менее, как на уровне уголовного закона, так и в доктрине уголовного права отмечается, что прямой умысел отличается от косвенного тем, что в первом случае лицо предвидит возможность или неизбежность наступления общественно опасных последствий (прямой умысел), а во втором случае – только их возможность (косвенный умысел).

Так, «Р., поджигая дом своего недруга, действовал с прямым умыслом, предвидя причинение крупного материального ущерба. Его не остановило то, что в доме находилась престарелая мать хозяина дома. Р. допускал, что она может погибнуть, но в то же время полагал, что, возможно, ей удастся выбраться. Женщина погибла. В отношении ее смерти Р. действовал с косвенным умыслом» [8, с. 320].

Однако возникает вопрос: как в подобной ситуации определить, предвидит ли виновный большую или меньшую степень вероятности наступления общественно опасных последствий? Поджигая дом, и осознавая то, что в доме находится человек, он, конечно же, предвидит наступление общественно опасных последствий от своих действий. Но они возможны или неизбежны? И если в этом случае ведут речь только о том, что виновный предвидит вероятность наступления таких последствий, то можно ли ее измерить и определить как большую или меньшую? Очевидно, что даже если и можно, то это настолько субъективно, что даже не подлежит обсуждению. Нам неизвестны такие критерии большей или меньшей степени вероятности наступления общественно опасных последствий. Они, конечно же, могут зависеть от конкретных обстоятельств дела, но если мы ведем речь о косвенном умысле, исходя из предложенного примера, то установить его можно только на основании волевого компонента вины, т. е. желания виновного лица.

Если лицо предвидит возможность или неизбежность наступления общественно опасных последствий при прямом умысле, то указание на возможность больше характеризует безразличное отношение лица к факту наступления последствий (элемент неопределенности), что свойственно законодательной модели косвенного умысла сегодня. С другой стороны, и сама неизбежность может свидетельствовать о том, что лицо сознательно допускает наступление неких последствий. Это означает то, что указанные признаки, строго говоря, не могут быть отличительными критериями разграничения прямого и косвенного умысла, т. к. в любой неизбежности сокрыта доля возможности (вероятности), в связи с чем неизбежное, по мнению виновного, последствие может не наступить вовсе. По этой причине, как полагает Н.Г. Иванов, «неизбежность наступления результата заключена не в субъективных свойствах человека, а в объективных обстоятельствах, поэтому предвидение возможности наступления последствий есть понятие более широкое с точки зрения субъективной стороны состава преступления» [9, с. 260].

Законодательная формула прямого умысла, указывающая на то, что лицо предвидит возможность или неизбежность наступления общественно опасных последствий, допускает альтернативу, когда лицо может предвидеть только возможность либо только неизбежность наступления преступных последствий (а равно – все вместе). Таким образом, можно констатировать, что в случае покушения на совершение преступления с прямым умыслом возможна ситуация, когда лицо предвидит неизбежность или только возможность наступления обще-

ственно опасных преступных последствий. Это буквально означает то, что покушение на совершение преступления с прямым умыслом будет иметь место и тогда, когда лицо предвидит возможность наступления последствий. Если же обратиться к законодательной формуле косвенного умысла (ч. 3 ст. 25 УК РФ), то мы увидим, что именно при косвенном умысле лицо предвидит только лишь возможность наступления общественно опасных последствий, хотя доктрина уголовного права отрицает ситуацию, когда покушение на совершение преступления может иметь место с косвенным умыслом.

В этой ситуации возникает еще один закономерный вопрос: почему тогда невозможно покушение на преступление с косвенным умыслом, если такое возможно при прямом умысле, когда лицо также предвидит возможность наступления общественно опасных последствий. При одинаковой возможности предвидения наступления общественно опасных последствий основной критерий отличия прямого умысла от косвенного лежит все-таки в волевом компоненте вины. Выходит, что если именно волевой компонент вины позволяет определить надлежащий критерий отличия прямого умысла от косвенного и тем самым ответить на вопрос о том, почему покушение невозможно с косвенным умыслом, то, следовательно, интеллектуальный компонент вины не имеет принципиального значения при решении вопроса об отличии прямого умысла от косвенного.

Поэтому, когда зачастую косвенный умысел характеризуется как эвентуальный, то это накладывает свой отпечаток на характеристику критериев их различия. И то, что понимается под эвентуальным умыслом, не идентично тому, что следует понимать под умыслом косвенным. Все дело в том, что эвентуальность означает возможность, и, следовательно, она затрагивает интеллектуальную сторону рассматриваемого вида умысла (когда лицо предвидит возможность наступления вредного последствия), тогда как косвенность, или индиректность, является выразителем волевого аспекта вины (субъективная воля лишь косвенно направлена на противоправный результат). Следовательно, поскольку эвентуальность представляет собой признак, выражающий только интеллектуальный момент, а косвенность – волевой момент вины, то можно резюмировать, что этим видом умысла в действующем УК РФ представлен эвентуально-косвенный умысел, но никак не косвенный умысел.

Когда данный вид умысла именуется в последней вариации, это свидетельствует о том, что в качестве ориентира дефиниции выступают основные аспекты вины (интеллектуальный и волевой) не одновременно, а раздельно. Определяя же его как эвентуально-косвенный умысел, вышеупомянутые аспекты можно считать унифицированными [10, с. 62]. Соответственно, если эвентуальный умысел отражает интеллектуальный компонент вины, а косвенный – волевой, то в этой ситуации следует определиться, что брать за основу. А когда фактически мы руководствуемся обоими критериями, то это не дает должного эффекта, потому как нет целостной пропорции, которая бы характеризовала основу, а не совмещала в себе взаимоисключающие критерии.

Представим себе, что один из бизнесменов решил устранить своего конкурента, и с этой целью он подложил взрывчатку в автомобиль. И по замыслу, когда с утра бизнесмен должен был сесть за руль автомобиля, должен был произойти взрыв. Однако в это время вместе с бизнесменом в автомобиль сели его жена и сын. Преступник, конечно, не желал их смерти, но сознательно допускал. Взрыв произошел, но никто не пострадал. В отношении своего конкурента – бизнесмена – виновный действовал с прямым умыслом на убийство, а вот в отношении иных лиц – с косвенным, потому как допускал, что с потерпевшим могут быть иные лица, и смерти их не желал, но относился к этому факту безразлично.

Тем не менее, применительно к покушению на убийство супруги и сына бизнесмена мы не можем сказать о том, что лицо действовало с косвенным умыслом. Теория уголовного права отрицает покушение с косвенным умыслом. Но законодательная формула прямого умысла (ст. 25 УК РФ) указывает на то, что лицо предвидело возможность или неизбежность наступления общественно опасных последствий. В рассматриваемом примере, виновный предвидел возможность наступления общественно опасных последствий. Означает ли это, что таким образом мы

сможем сказать о том, что в данном случае виновный действовал именно с прямым умыслом? Ведь он предвидел возможность наступления общественно опасных последствий и желал их.

Складывается парадоксальная ситуация, когда мы расщепляем одно деяние применительно к разным лицам и тем последствиям, которые охватывались умыслом лица. Очевидно, что не характер предвидения здесь играет ключевую роль, а волевой критерий вины.

В аспекте сказанного, допустим, что определенное лицо выбрасывает другое лицо во время пьяной ссоры с 20-го этажа многоэтажного дома. Очевидно, что это лицо предвидит наступление общественно опасных последствий, и более того, в таком случае желает именно смерти. Но если в этой же ситуации происходит выброс со 2-го этажа, то можно ли ответить однозначно на вопрос о том, предвидел ли виновный возможность или неизбежность наступления определенных последствий. Все зависит в данном случае от ряда дополнительных обстоятельств. Например, куда именно должен был упасть потерпевший: на асфальт, песок, кустарник и т. д. И если в этом случае мы констатируем наличие косвенного умысла, то возникает следующий вопрос. Представим себе, что потерпевшему вообще не были причинены в этой ситуации никакие телесные повреждения. Тогда, при утверждении о том, что имел место косвенный умысел, можем ли мы такие действия рассматривать как покушение на совершение преступления? И на какое именно?

Вопрос о сознательном допущении определенных последствий при косвенном умысле поднимает проблему о том, отличим ли тогда косвенный умысел от неопределенного (неконкретизированного) умысла, когда лицо также сознательно допускает наступление определенных последствий, но точно не может сказать, какие именно последствия должны наступить.

Приведем в этой плоскости еще один пример, когда прямой и косвенный умысел могут сочетаться. Например, преступник раздевает беспомощного пьяного потерпевшего (в этом случае имеет место грабеж и умысел будет прямой) и оставляет его на морозе без одежды, в результате чего потерпевший погибает от переохлаждения (имеет место убийство с косвенным умыслом). Однако представим себе, что в первом и во втором случае потерпевшие остались живы (например, сразу же приехала пожарная и потушила пожар, престарелые не пострадали; ограбленному потерпевшему была оказана помощь случайным прохожим и ему также не были причинены какие-либо телесные повреждения). Возникает вопрос: как квалифицировать такое деяние? Ведь если мы говорим о том, что имел место косвенный умысел, то покушения с косвенным умыслом быть не может, и об этом отчетливо говорит существующая доктрина уголовного права.

Даже если допустить вариант покушения на совершения преступления в обозначенных ситуациях, то следующий вопрос будет состоять в том, на какое именно преступление могло быть покушение (на убийство, причинения тяжких телесных повреждений и т. д.)?

Представляется, что здесь важна цель совершения деяния. Определить необходимо, в чем она состояла. И именно от ответа на данный вопрос можно предложить различные варианты квалификации рассматриваемых действий.

Описание же прямого и косвенного умысла по действующему УК РФ непременно расширяет рамки первого и сужает сферу действия второго – косвенного умысла. Это говорит о том, что лицо, сознающее общественно опасный характер своего деяния и предвидевшее неизбежность наступления общественно опасных последствий, должно привлекаться к уголовной ответственности за причинение вреда исключительно с прямым умыслом, притом независимо от того, какое намерение было у этого лица, желало ли оно наступления опасных последствий. То есть можно сказать, что тот, кто предвидит неизбежность наступления общественно опасных последствий, должен и желать их наступления. Однако так бывает не всегда.

Заключение и выводы

Таким образом, действующее описание субъективной стороны состава преступления, содержащееся в уголовном законе (ст. 25 УК РФ), позволяет утверждать о том, что толкование волевого признака определяется исходя из содержания интеллектуального признака умысла. И при такой постановке вопроса намерение лица может не устанавливаться вовсе. Достаточно констатировать, что лицо предвидело неизбежность наступления общественно опасных последствий. Однако эта модель умысла подменяет смысл психологических понятий в концепцию вины.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что понимание интеллектуального компонента вины неодинаково в уголовном и административном законодательстве. Более того, наличие двойных критериев в части отличия прямого умысла от косвенного в уголовном праве нивелирует волевой компонент вины, т. к. желание всегда подменяется предвидением, что непременно расширяет границы прямого умысла.

Литература

1. Иванов, С. А. Осознание как ключевой элемент вины в уголовном праве России / С. А. Иванов. – Текст : непосредственный // Библиотека уголовного права и криминологии. – 2013. – № 4. – С. 25–33.
2. Грунтов, И. О. Психологический и социально-психологический элементы содержания вины и законодательная модель умысла / И.О. Грунтов. – Текст : непосредственный // Судовы веснік. – 2008. – № 4. – С. 40–46.
3. Бойко, А. И. Сознание противоправности, или что «должен» знать преступник / А. И. Бойко. – Текст : непосредственный // Lex Russica. – 2008. – № 3. – С. 508–518.
4. Хилjuta, В. В. Преступления против порядка осуществления экономической деятельности: проблемы правотворчества и правоприменения / В. В. Хилjuta. – Гродно: ГрГУ, 2014. – 456 с. – Текст : непосредственный.
5. Дубовиченко, С. В. Сознание общественной опасности как интеллектуальный момент умысла / С. В. Дубовиченко. – Текст : непосредственный // Вестник Волжского университета им. В. Н. Татищева. – 2013. – № 4. – С. 37–50.
6. Уголовное право. Общая часть / Н. Ф. Ахраменка [и др.]; под ред. И.О. Грунтова, А. В. Шидловского. – Минск: Изд. центр БГУ, 2014. – 727 с. – Текст : непосредственный.
7. Дубовиченко, С. В. Умышленная форма вины в уголовном праве / С. В. Дубовиченко. – М.: Проспект, 2021. – 216 с. – Текст : непосредственный.
8. Уголовное право Российской Федерации. Общая часть / Н. Н. Белокобыльский [и др.]; под ред. В. С. Комиссарова, Н. Е. Крыловой, И. М. Тяжковой. – М.: Статут, 2014. – 879 с. – Текст : непосредственный.
9. Иванов, Н. Г. Курс уголовного права. Общая часть: учебное пособие / Н. Г. Иванов. – М.: Проспект, 2020. – 784 с. – Текст : непосредственный.
10. Куталиа, Л. Г. Вина в минимальном праве / Л. Г. Куталиа. – М.-СПб.-Лондон-Нью-Йорк, 2020. – 1208 с. – Текст : непосредственный.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

**НАГРЕВ И ОХЛАЖДЕНИЕ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПРИ ВАРИАЦИИ НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА**

Бигун Александр Ярославович

кандидат технических наук, доцент

Сургутский государственный университет

Сургут, Россия

E-mail: bigun_aya@surgu.ru

Владимиров Леонид Вячеславович

кандидат технических наук, доцент

Сургутский государственный университет

Сургут, Россия

E-mail: vladimirov_lv@surgu.ru

Предмет исследования: нагрев и охлаждение изолированных проводов воздушных линий электроэнергетических систем.

Цель исследования: экспериментальное определение кривых нагрева и охлаждения изолированных проводов воздушных линий при изменении скорости ветра и его направления относительно оси провода.

Объект исследования: изолированные провода воздушных линий.

Основные результаты исследования: приведен обзор экспериментального стенда, разработанного для исследования нестационарных тепловых режимов проводов воздушных линий электропередачи, которые возникают при изменении погодных условий и протекающих токов. Представлены результаты исследования нагрева и охлаждения изолированного провода воздушных линий сечением 16 мм² при изменении направления ламинарного воздушного потока относительно оси провода при условии постоянства протекающего тока через образец. Измерения проводились при помощи приборов, фиксирующих силу тока, температуру и напряжение. По результатам были построены кривые нагрева и охлаждения. Были определены углы направления ветра относительно провода, при которых разность значений температур наименьшая.

Ключевые слова: провод, нагрев, изолированный провод, тепловой режим, погодные условия, скорость ветра, угол атаки ветра.

**HEATING AND COOLING OF INSULATED WIRES OF OVERHEAD POWER LINES
WITH VARIATIONS IN WIND DIRECTION**

Alexander Ya. Bigun

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor,

Surgut State University

E-mail: bigun_aya@surgu.ru

Leonid V. Vladimirov

Candidate of Technical Sciences,

Associate Professor,

Surgut State University

Surgut, Russia

E-mail: vladimirov_lv@surgu.ru

Subject of research: heating and cooling of insulated wires of overhead lines of electric power systems.

The purpose of the study: experimental determination of heating and cooling curves of insulated wires of overhead lines with changes in wind speed and its direction relative to the axis of the wire.

Object of research: insulated wires of overhead lines.

The main results of the study: an overview of an experimental stand developed for the study of non-stationary thermal modes of overhead power lines wires that occur when weather conditions and flowing currents change. The results of a study of heating and cooling of an insulated wire of overhead lines with a cross section of 16 mm² with a change in the direction of the laminar airflow relative to the axis of the wire, provided that the current flowing through the sample is constant, are presented. The measurements were carried out using devices that record the current strength, temperature and voltage. Heating and cooling curves would be constructed based on the results. The angles of the wind direction relative to the wire were altered, at which the temperature difference is the smallest.

Keywords: wire, heating, insulated wire, thermal mode, weather conditions, wind speed, wind angle of attack.

Введение

Развитие промышленности и социальной сферы взаимосвязано с увеличением потребления электрической энергии, а также с повышением требований к качеству электрической энергии. Так как часть потребителей значительно удалены от центров генерации электрической энергии, то передача электрической энергии происходит по воздушным линиям. На данный момент сетевое хозяйство ЕЭС России насчитывает более 13 тыс. линий электропередачи класса напряжения 110–750 кВ общей протяженностью более 490 тыс. км, а общая протяженность электрических сетей напряжением 0,4–110 кВ городских и сельских территорий превышает 3,2 млн км, в том числе воздушные и кабельные (КЛ) линии напряжением 3–35 кВ примерно 1,56 млн км [4, 6]. Надежность электроснабжения с такой протяженностью линий является ключевой. Под надежностью электроснабжения подразумевается снабжение электрической энергией потребителей в необходимом объеме и без перерывов. Таким образом, становится актуальным вопрос по повышению пропускной способности. Вопросам повышения пропускной способности посвящено значительное количество работ [3, 7, 8, 10], в которых описаны различные методы, одним из которых является повышение пропускной способности воздушных линий электропередачи с учетом климатических факторов. В основе их лежит учет нагрева провода.

Оценить нагрев провода можно непосредственными измерениями температуры, а также расчетным способом (произвести решение уравнения теплового баланса провода относительно температуры). В некоторых случаях произвести измерение температуры затруднительно. Если стоит задача прогнозирования, то используются расчетные методы. Существующие расчетные методы позволяют определить температуру провода в стационарном и нестационарном тепловом режиме. Нестационарные тепловые режимы имеют неоспоримое достоинство, заключающееся в расчетах в реальном времени температуры провода, допустимого тока, допустимого времени протекания того или иного времени и стрелы провеса. Для применения этих методов повсеместно необходимо произвести их верификацию на данных, полученных на реальных объектах энергетики (воздушных линиях) и в ходе экспериментальных исследований. В работах [1, 11] представлены экспериментальные исследования нагрева охлаждения неизолированного провода с учетом вынужденной и естественной конвекции, а также угла атаки ветра.

В настоящее время получают широкое распространение защищенные провода и изолированные самонесущие провода. Достоинством таких проводов является высокая безопасность при эксплуатации, уменьшение габарита линии, отсутствие схлестывания проводов, а также снижение возможности хищения электроэнергии и другие [5, 9]. Вопросы расчета

температуры изолированных проводов рассматриваются в работах [2, 7]. Помимо того, что наличие изоляции на проводах значительно усложняет расчет, она также изменяет аэродинамические свойства провода, а, соответственно, изменяются и взаимодействия с ветром в зависимости от его скорости и угла относительно оси провода.

Результаты и обсуждение

Для определения влияния угла атаки ветра на нагрев и охлаждения самонесущего изолированного провода СИП 3 сечением 16 мм^2 были проведены экспериментальные исследования. На рисунке 1 представлен общий вид экспериментального стенда, который условно можно разделить на 2 составляющих: первый – «силовой блок» и второй – аэродинамическая труба (рисунок 2) с блоком управления скоростью ветра (рисунок 3). В основе «силового блока» лежит модифицированный трехфазный трансформатор 220/110 В. В ходе эксперимента была задействована только одна фаза. Изменение тока через образец провода производилось при помощи лабораторного автотрансформатора, к выводам вторичной обмотки которого был подключен силовой трансформатор.



Рисунок 1 – Общий вид экспериментальной установки



Рисунок 2 – Аэродинамическая труба



Рисунок 3 – Блок управления скоростью потока в аэродинамической трубе

Эксперимент по исследованию влияния ветра (скорость ветра и его направление) на нагрев провода марки СИП проводился при следующих условиях: в начальный момент времени проводник длительное время находился без нагрузки, то есть можно считать, что температура провода в начальный момент времени была установившейся, т. е. равной температуре окружающего воздуха. Далее ток изменялся скачкообразно до значения 130А. При начальном нагреве скорость ветра составляла 0,6 м/с, а в дальнейшем – скачкообразно увеличилась до значения 1,75 м/с. Во время проведения эксперимента производилось изменение угла направления ветра относительно оси провода. Угол задавался, как показано на рисунках 4-6. На рисунке 5 представлен способ установки температурных датчиков. Так как используемый при эксперименте термометр имеет два выхода для подключения датчиков, производился одновременный контроль температуры жилы и изоляции.

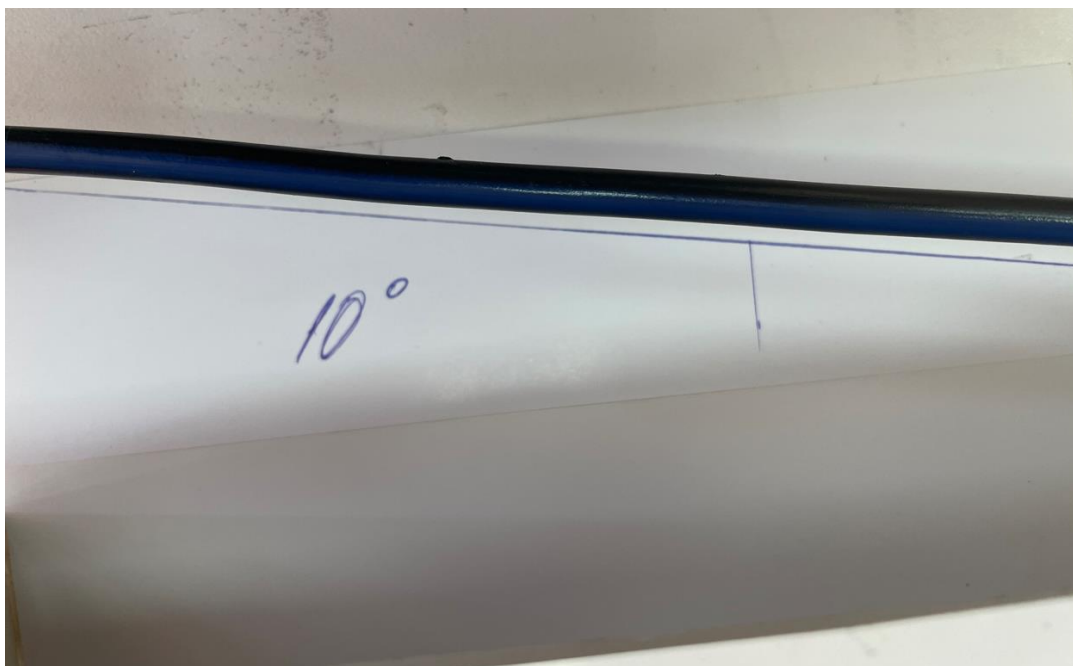


Рисунок 4 – Расположение провода относительно направления ветра под углом 80°

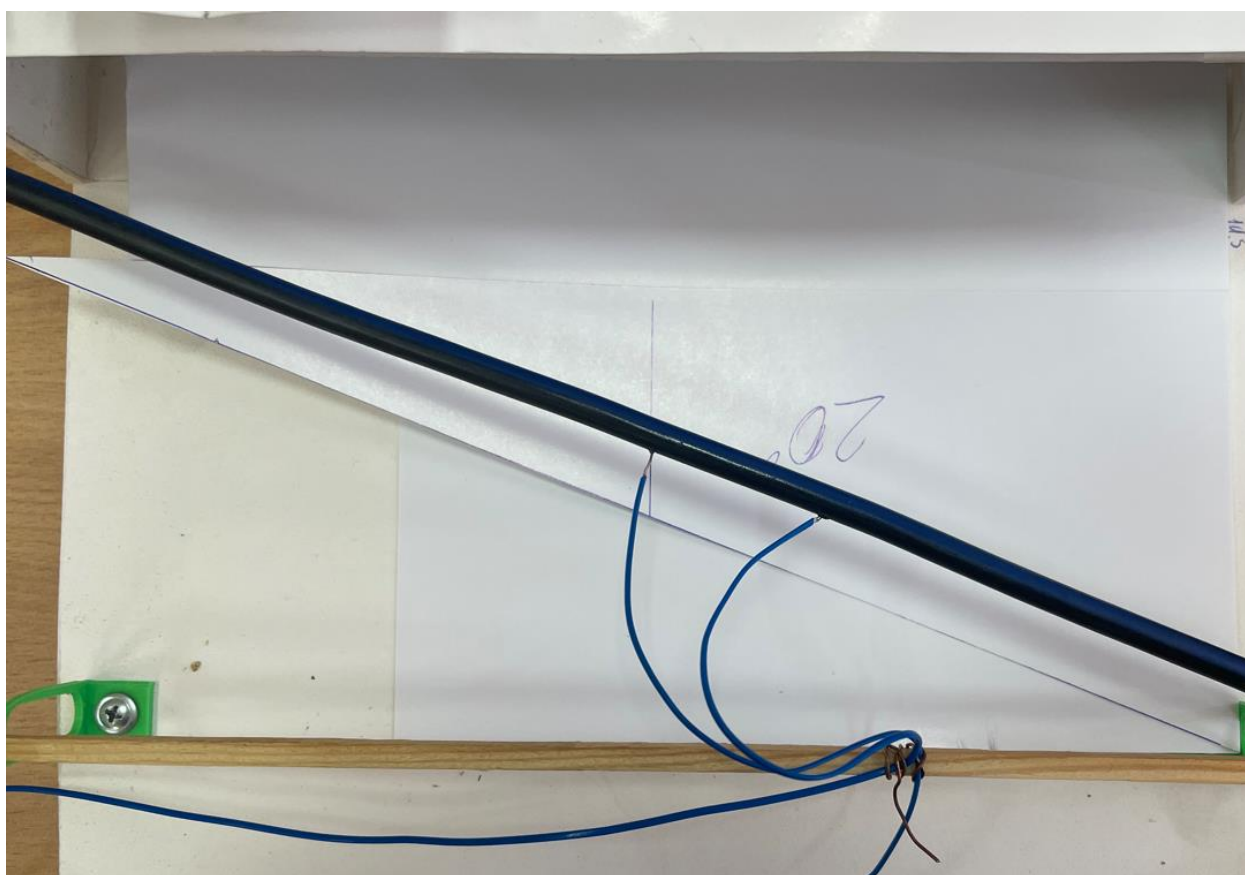


Рисунок 5 – Расположение провода относительно направления ветра под углом 70°



Рисунок 6 – Расположение провода относительно направления ветра под углом

В ходе экспериментального исследования были получены зависимости изменения температуры провода с течением времени при различных углах. На рисунке 7 представлены изменения температуры жилы и изоляции при угле 90° , а на рисунке 8 – при угле 50° . Из представленных рисунков видно, что на 9 минуте разность между температурой жилы и температурой изоляции составляла от 4 до 8°C , что соответствует ранее предложенным гипотезам.

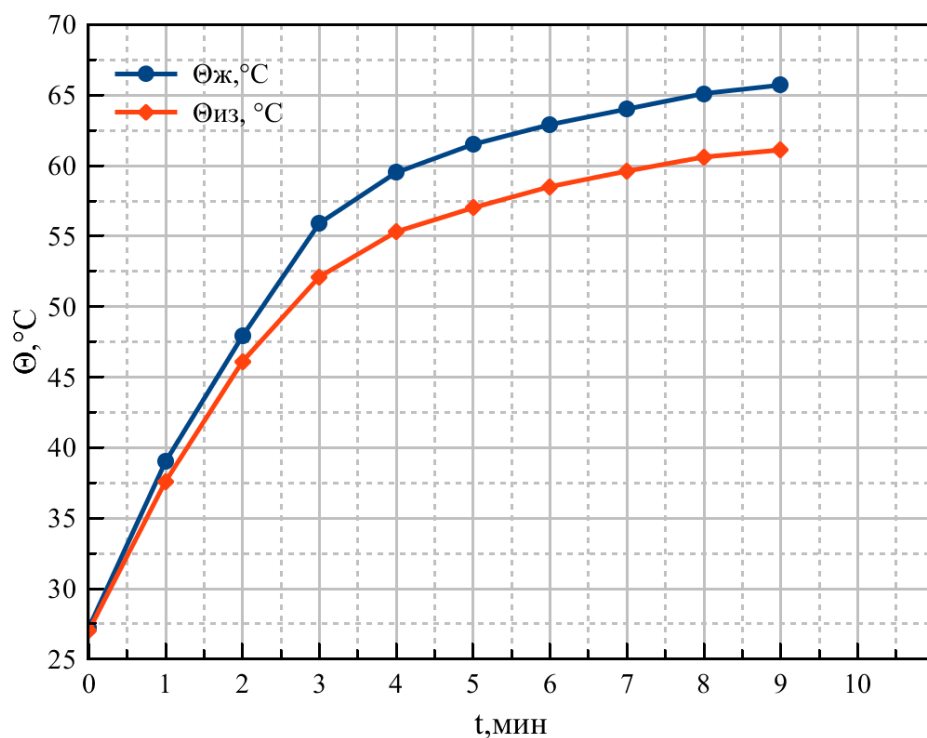


Рисунок 7 – Изменение температуры жилы и изоляции при направлении ветра относительно провода 90°

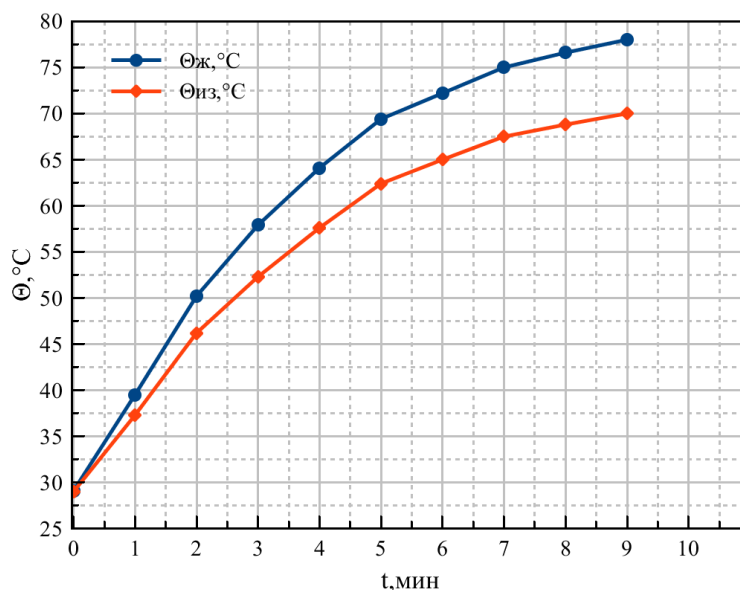


Рисунок 8 – Изменение температуры жилы и изоляции при направлении ветра относительно провода 50 °

На рисунке 9 представлены графики изменения температуры при изменении угла атаки ветра. Из данного графика можно отметить, что при изменении направления ветра температура возрастает, а также можем сделать вывод о том, что на 9 минуте при углах 40 ° и 60 ° разность между температурой жилы и температурой изоляции незначительна и составляет не более 3 °C. С течением времени, при достижении стационарного режима, разность составляет не более 0,5 °C. Время достижения стационарного режима для каждого угла разное, поэтому был сделан срез на 9 минуте для большей наглядности.

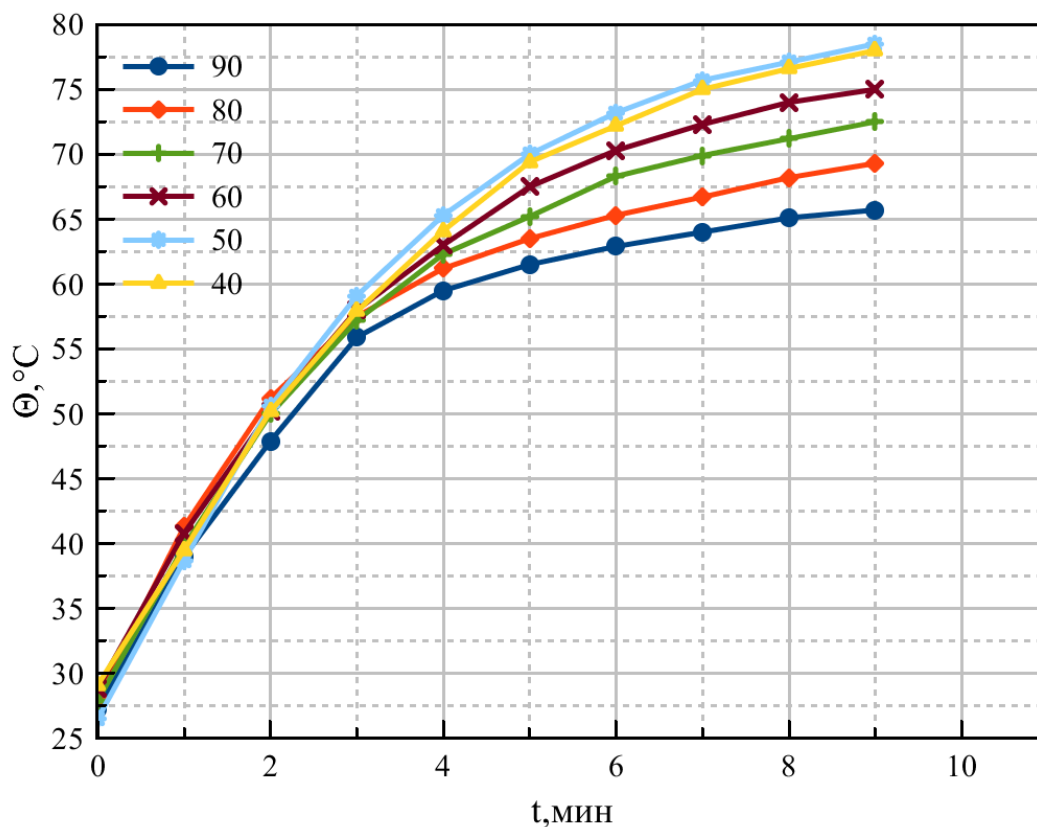


Рисунок 9 – Изменение температуры жилы в зависимости от угла направления ветра относительно оси провода

В ходе эксперимента были получены кривые изменения температуры жилы и изоляции при углах 90° (рисунок 10) и 40° (рисунок 11) в ходе повышения скорости ветра при постоянстве тока. Из них видно, что разность между температурой жилы и температурой изоляции составляла от 7 до 9°C в течение времени переходного процесса.

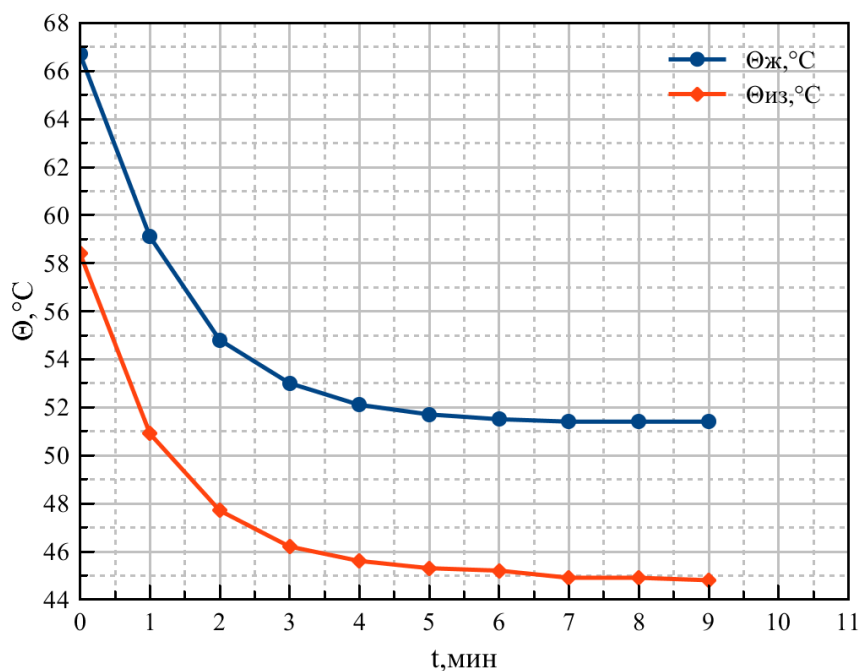


Рисунок 10 – Изменение температуры жилы и изоляции при увеличении скорости ветра при угле 90°

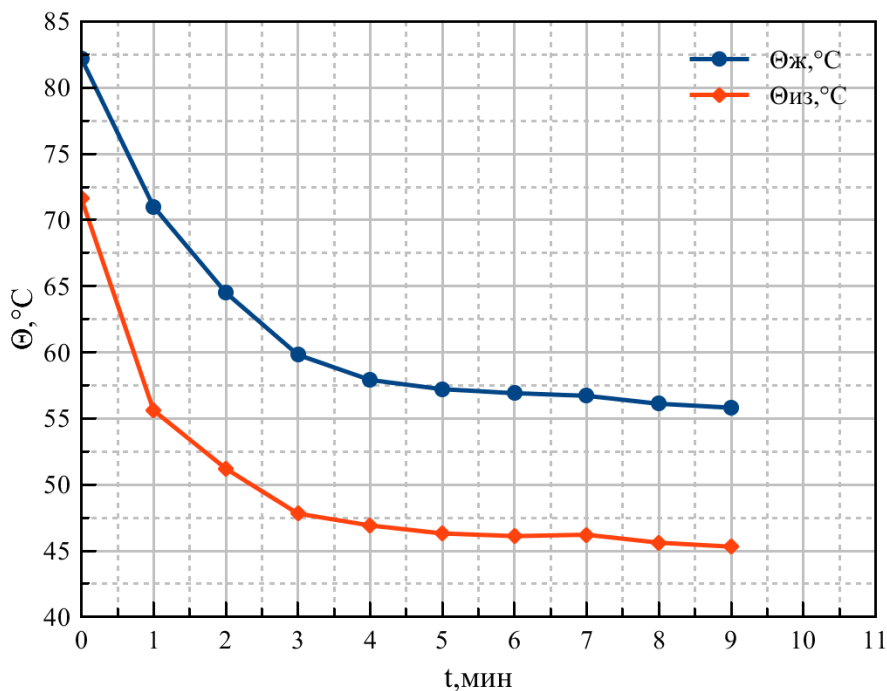


Рисунок 11 – Изменение температуры жилы и изоляции при угле 40° , скорость ветра $1,75\text{ м/с}$

На рисунке 12 получены зависимости изменения температуры жилы и изоляции от угла направления ветра относительно оси провода, по которым можно сделать вывод, что при значении от 60° до 40° начальная температура стационарного режима одинакова. При охлаждении провода разность температур между температурой жилы и температурой изоляции от 60° до 40° составляет не более $2,5^\circ\text{C}$.

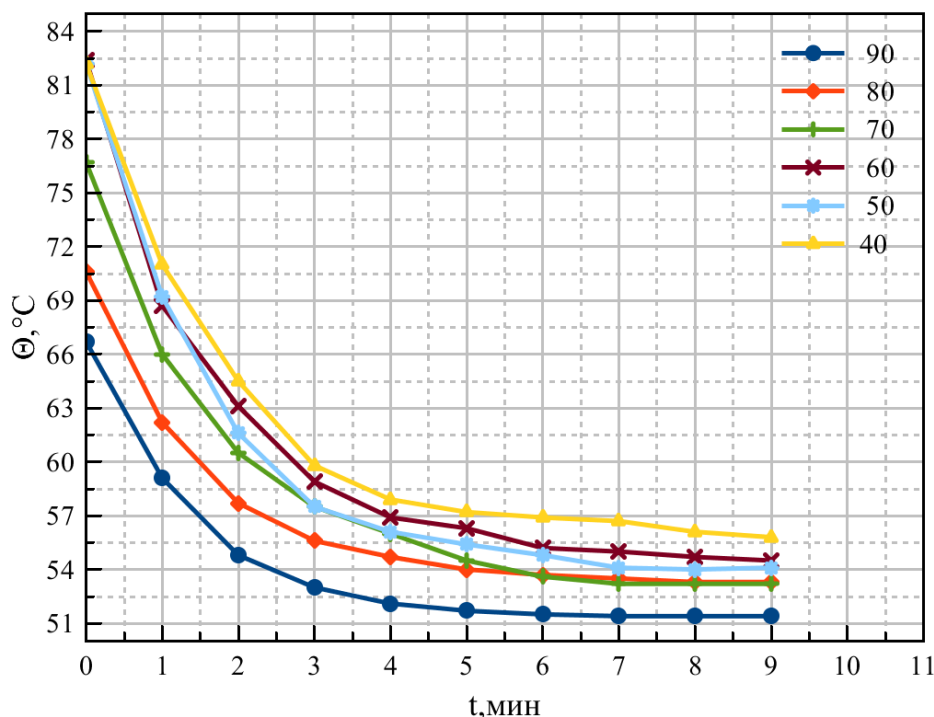


Рисунок 12 – Изменение температуры провода в зависимости от угла направления ветра относительно оси провода при увеличении скорости ветра

Если рассматривать полученные экспериментальные значения, при охлаждении можно наблюдать пересечения зависимостей, что связано с некоторыми особенностями при установке термопар (термодатчиков), что и повлияло на результаты.

Заключение и выводы

1. Проведено экспериментальное исследование влияния ветра на нагрев и охлаждение изолированного провода.
2. В работе представлены кривые нагрева и охлаждения провода марки СИП-3 при изменении угла атаки ветра.
3. На основе полученных данных определено, что при мгновенном изменении тока от нуля до 130А и при угле атаки ветра от 60° и меньше разность между кривыми нагрева не превышает 3°C. Также видно, что при охлаждении разность между кривыми при угле атаки ветра от 60° и меньше – не более 2,5°C.
4. Для дачи однозначных рекомендации по учету углов атаки ветра при расчетах температуры необходимо провести исследования с большими сечениями изолированных проводов.

Литература

1. Алгоритм контроля токов в ЛЭП в заданных эксплуатационных условиях / И. В. Игнатенко, С. А. Власенко, А. И. Пухова [и др.]. – Текст : непосредственный // Энергия единой сети. – 2021. – № 3(58). – С. 44-53.
2. Алгоритм расчета потерь в изолированных проводах линий электропередачи с учетом температуры токопроводящих жил / Е. В. Петрова, В. Н. Горюнов, Н. В. Кириченко [и др.]. – Текст : непосредственный // Россия молодая: передовые технологии – в промышленность. – 2013. – № 2. – С. 306-308.
3. Белый, В. Б. Оценка способов снижения потерь напряжения в системах сельского электроснабжения / В. Б. Белый, Р. А. Куницын. – Текст : непосредственный // Вестник Ал-

тайского государственного аграрного университета. – 2023. – № 4(222). – С. 107-113. – DOI 10.53083/1996-4277-2023-222-4-107-113.

4. Единая энергетическая система России. – URL: <https://www.soups.ru/functioning/ees/ups2022/> (дата обращения: 06.05.2023). – Текст : электронный.

5. НПО Комплектация. – URL: http://npocom.ru/stati/preimushchestva_i_nedostatki_provoda_sip (дата обращения: 20.08.2023). – Текст : электронный.

6. Отчет об функционировании ЕЭС России в 2022 году. – URL: <https://cntd.ru/news/read/opublikovan-otchet-o-funkcionirovanii-edinoy-nergeticheskoy-sistemy-v-2022-godu> (дата обращения: 06.05.2023). – Текст : электронный.

7. Оценка влияния ветра на нагрев изолированного провода воздушных линий электропередачи / А. Я. Бигун, С. С. Гиршин, В. Н. Горюнов [и др.]. – Текст : непосредственный // Динамика систем, механизмов и машин. – 2020. – Т. 8, № 3. – С. 23-30. – DOI 10.25206/2310-9793-8-3-23-30.

8. Повышение эффективности передачи электроэнергии в электрической сети путём гибкого регулирования реактивной мощности / Р. А. Галстян, Н. И. Цыгулев, М. А. Антонов, А. С. Ткаченко. – Текст : непосредственный // Энергосбережение и водоподготовка. – 2022. – № 5(139). – С. 51-55.

9. Сравнительный анализ изолированных и неизолированных проводов воздушных линий при вариации токов нагрузки с учетом метеоусловий / С. С. Гиршин, В. Н. Горюнов, А. Я. Бигун [и др.]. – Текст : непосредственный // Динамика систем, механизмов и машин. – 2016. – № 2. – С. 67-76.

10. Увеличение пропускной способности электрической сети и повышение энергоэффективности действующей электроэнергетической системы нефтегазопромысловых потребителей / И. С. Латыпов, В. В. Сушков, Г. А. Хмара [и др.]. – Текст : непосредственный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 4. – С. 236-247. – DOI 10.18799/24131830/2022/4/3497.

11. Фигурнов, Е. П. Опыты по нагреву неизолированных проводов воздушных линий / Е. П. Фигурнов, В. И. Харчевников. – Текст : непосредственный // Электрические станции. – 2016. – № 11(1024). – С. 41-47.

**АНАЛИЗ НЕСИНУСОИДАЛЬНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

Осипов Дмитрий Сергеевич

*профессор, доктор технических наук
руководитель Политехнической школы,
ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: d_osipov@ugrasu.ru*

Долгих Надежда Николаевна

*старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: n_dolgikh@ugrasu.ru*

Дюба Елена Александровна

*старший преподаватель,
ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»
Ханты-Мансийск, Россия
E-mail: e_dyuba@ugrasu.ru*

*Исследование выполнено за счет гранта
Российского научного фонда № 22-29-20052,
<https://rscf.ru/project/22-29-20052/>.*

Предмет исследования: методы расчета и анализа несинусоидальных нестационарных режимов электрических сетей.

Цель исследования: разработка метода расчета активной и реактивной мощности, а также мощности искажения несинусоидальных режимов электрических сетей на основе теории вейвлет-преобразования.

Объект исследования: электрические сети и системы электроснабжения, содержащие нелинейную нагрузку, которая является причиной возникновения несинусоидальных режимов.

Методы исследования: пакетное вейвлет-преобразование токов и напряжений; теория электрических цепей.

Основные результаты исследования: в статье предложена идея использовать вейвлет-преобразования для частотной декомпозиции токов и напряжений несинусоидальных нестационарных режимов электрических сетей. На основе вейвлет-коэффициентов предложено производить расчет активной, реактивной мощности и мощности искажения несинусоидальных режимов.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, преобразование Фурье, несинусоидальные режимы, высшие гармоники, мощность искажения.

ANALYSIS OF NON-SINUSOIDAL NON-STATIONARY MODES OF ELECTRIC NETWORKS BASED ON THE WAVELET TRANSFORMATION

Dmitry S. Osipov

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Head of the Polytechnic School
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: d_osipov@ugrasu.ru*

Nadezhda N. Dolgikh

*Senior Lecturer
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: n_dolgikh@ugrasu.ru*

Elena A. Dyuba

*Senior Lecturer
Yugra State University,
Khanty-Mansiysk, Russia
E-mail: e_dyuba@ugrasu.ru*

*Research was supported by the
Russian Science Foundation grant No. 22-29-20052,
<https://rscf.ru/project/22-29-20052/>.*

Subject of research: methods for calculating and analyzing non-sinusoidal non-stationary modes of electrical networks.

Purpose of research: development of a method for calculating active and reactive power, as well as the power of distortion of non-sinusoidal modes of electrical networks based on the theory of wavelet transform.

Object of research: electrical networks and power supply systems containing a non-linear load, which is the cause of non-sinusoidal modes.

Methods of research: packet wavelet transform of currents and voltages; theory of electrical circuits.

Main results of research: The paper proposes the idea of using the wavelet transform for frequency decomposition of currents and voltages of non-sinusoidal non-stationary modes of electrical networks. Based on the wavelet coefficients, it is proposed to calculate the active, reactive power and distortion power of non-sinusoidal modes.

Keywords: wavelet transform, Fourier transform, non-sinusoidal modes, higher harmonics, distortion power.

Введение

В системах электроснабжения наблюдается неуклонный рост доли электроприёмников, имеющих нелинейную вольт-амперную характеристику, что приводит к искажению синусоидальности формы кривой тока и напряжения. Допустимые уровни несинусоидальности напряжения регламентированы в России ГОСТ 32144-2013 величинами коэффициентов гармонических составляющих $K_{U(n)}$ и суммарными коэффициентами гармонических искажений K_U . Проблема несинусоидальности напряжения стала характерна не только для систем электроснабжения промышленных предприятий, имеющих в своем

составе частотные преобразователи, но также и для систем электроснабжения гражданских объектов и общественных учреждений. В работе [2] приведены статистические данные по измерениям кондуктивных помех для предприятия нефтедобывающей отрасли, причиной которых является станция управления погружными электродвигателями «Электрон-05».

В работе [1] приводятся результаты измерения коэффициента суммарного гармонического искажения K_U (THD) и коэффициентов n -ных гармонических составляющих напряжения $K_{U(n)}$ при работе частотно-регулируемого электропривода насосов котельных при условии питания от централизованной системы электроснабжения и для случая питания от дизель-генератора (рисунок 1 – привод. по [1, с. 143]).

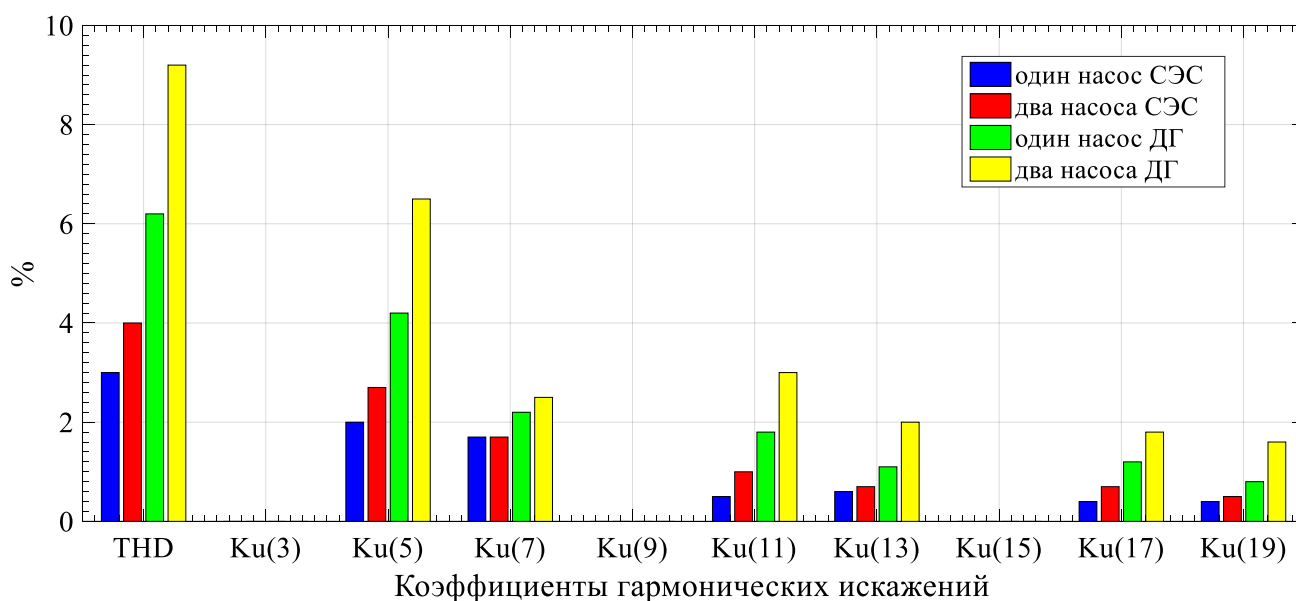


Рисунок 1 – Значения суммарного коэффициента гармонических составляющих и коэффициентов n -ных гармонических составляющих для напряжения при питании от централизованной СЭС и ДГ (привод. по [1, с. 143])

Моделирование, расчет и анализ несинусоидальных процессов остаются актуальными задачами с точки зрения обеспечения показателей качества электроэнергии, сокращения потерь мощности и энергии, снижения вероятности преждевременного выхода из строя оборудования и повреждения изоляции.

Результаты и обсуждение

Активная мощность для несинусоидальных режимов, как известно, будет определяться суммой мощностей высших гармоник. Применяя преобразование Фурье для определения амплитуд отдельных гармоник тока I_n и напряжения U_n для нестационарных несинусоидальных режимов, неизбежно возникает «эффект растекания спектра». Частично нивелировать негативные последствия эффекта растекания спектра позволяет применение оконного преобразования Фурье. Недостатки быстрого преобразования Фурье (БПФ) при измерении электрических сигналов подробно рассмотрены в работе [3].

Применение вейвлет-преобразования позволяет получить информацию о сигнале в трехмерной интерпретации: амплитуда, время, частота. Вейвлет-преобразование успешно применено в работе [4] для анализа напряжения питающей сети промысловых судов и построения активных фильтров для повышения качества электроэнергии. Так, для сигнала тока, представленного на рисунке 2, в результате непрерывного вейвлет-преобразования получаем исчерпывающую информацию об амплитудно-частотных особенностях сигнала с четким разрешением по времени.

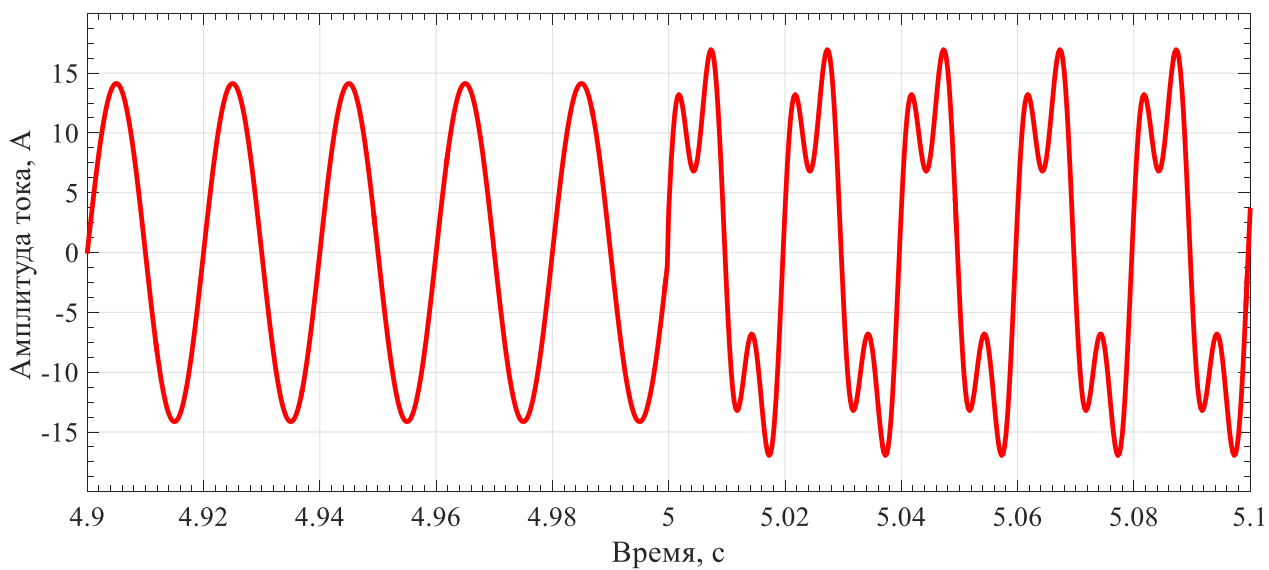


Рисунок 2 – Несинусоидальный нестационарный сигнал тока $i(t)$

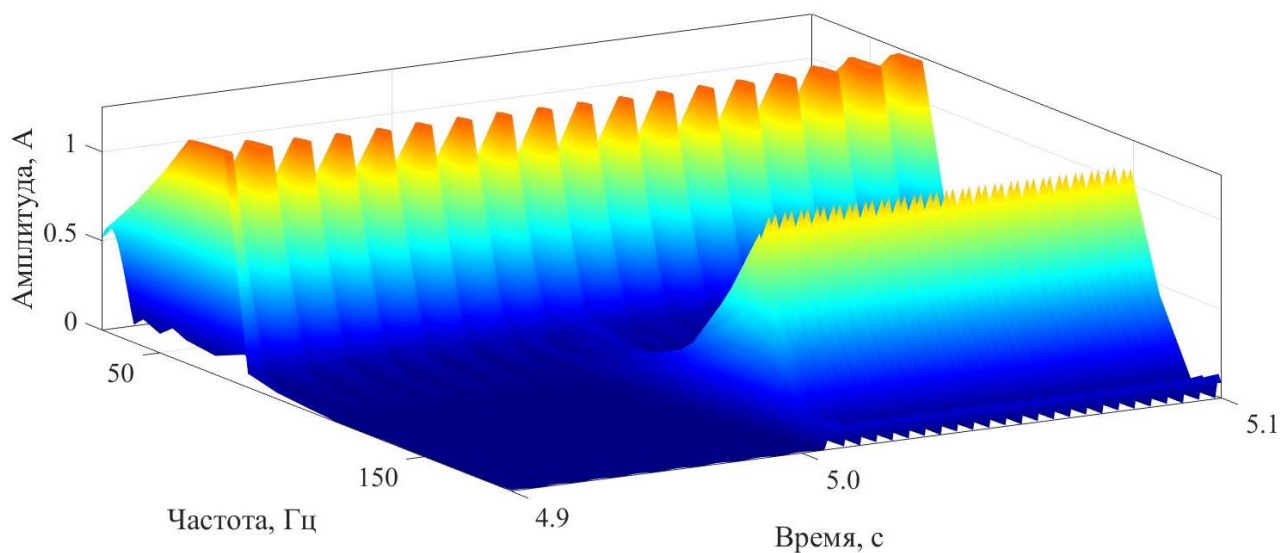


Рисунок 3 – Результат непрерывного вейвлет-преобразования тока $i(t)$, представленного на рисунке 2

Для ряда задач электроэнергетики наиболее перспективным является пакетное вейвлет-преобразование. Результат пакетного вейвлет-преобразования сигнала тока $i(t)$ представлен на рисунке 4.

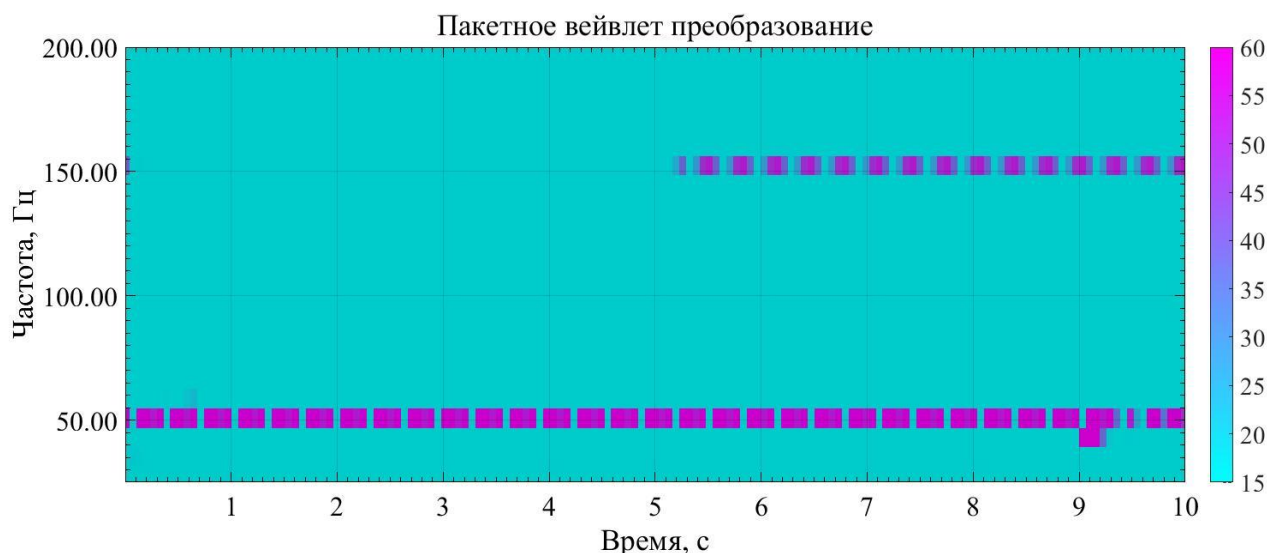


Рисунок 4 – Результат пакетного вейвлет-преобразования тока $i(t)$, представленного на рисунке 2

Ток и напряжение могут быть представлены вейвлет-коэффициентами в соответствии с формулами:

$$i(t) = \sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} i_{j,m}(k) \cdot \psi(t), \quad (1)$$

$$u(t) = \sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} u_{j,m}(k) \cdot \psi(t), \quad (2)$$

где $\psi(t)$ – вейвлет-функция;

j – заданная глубина разложения (уровень разложения);

m – порядковый номер узла дерева разложения для уровня j ;

n – количество элементов (вейвлет-коэффициентов) в заданном узле m .

Тогда активная мощность высших гармоник также может быть определена через произведение отдельных вейвлет-коэффициентов, отвечающих за соответствующие частотные диапазоны:

$$P_{j,m} = \frac{1}{n} \left(\sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} i_{j,m}(k) u_{j,m}(k) \right) \quad (3)$$

Численный эксперимент будет проводиться для электрической сети 110/35/6 кВ, представленной на рисунке 5.

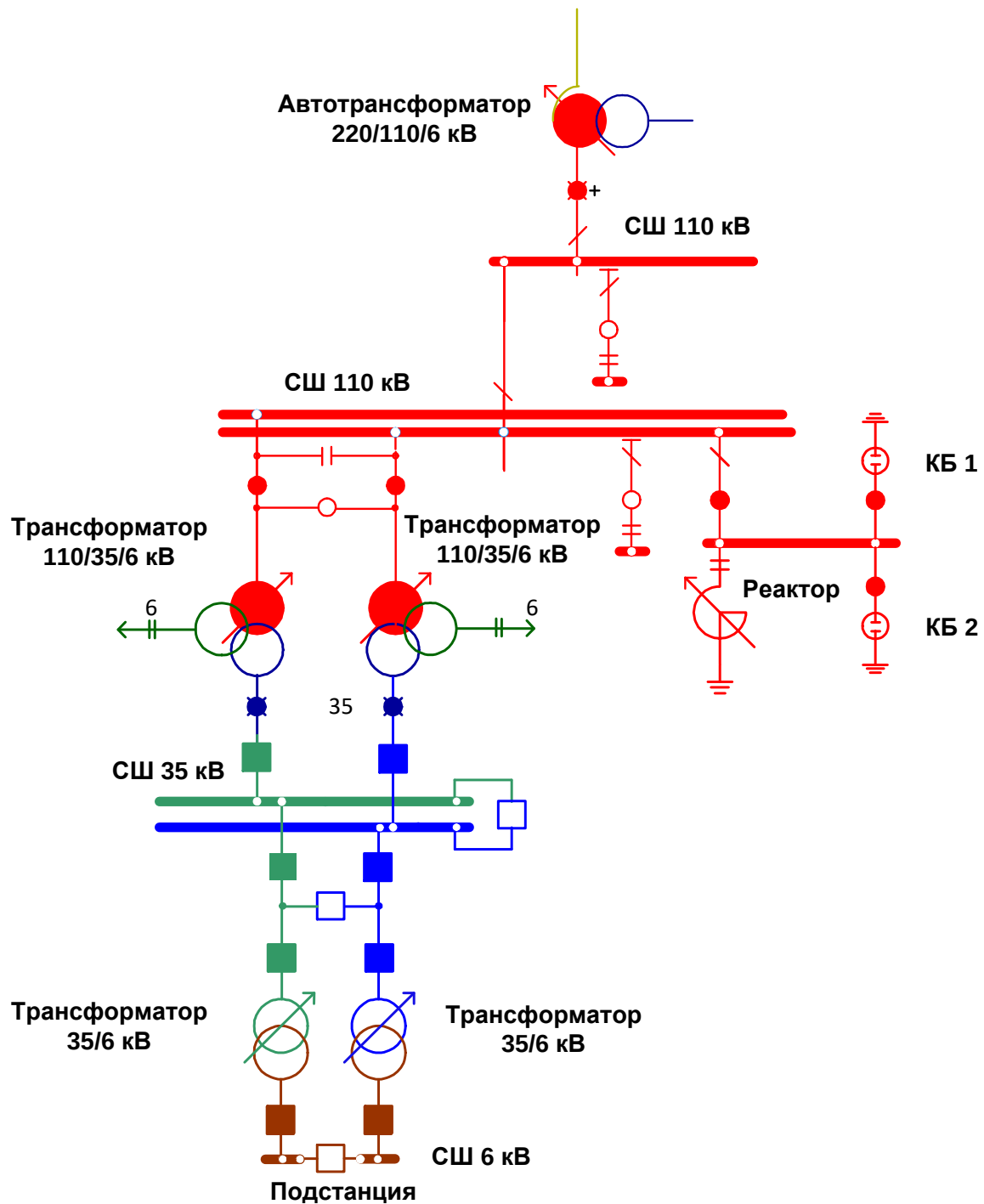


Рисунок 5 – Исследуемая электроэнергетическая система

Имитационное моделирование режимов электрической сети 110/35/6 кВ произведем в среде моделирования Matlab Simulink (рисунок 6). Нелинейная нагрузка, являющаяся источником высших гармоник, представлена на стороне 6 кВ.

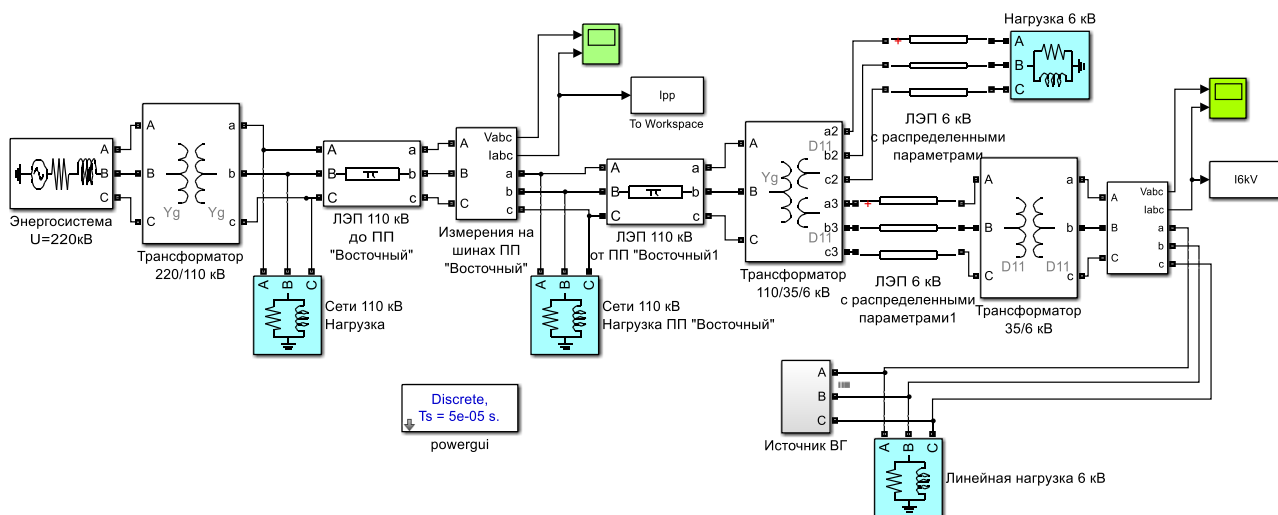


Рисунок 6 – Имитационная модель электроэнергетической системы

С помощью имитационного моделирования получена осциллограмма тока нагрузки (рисунок 7).

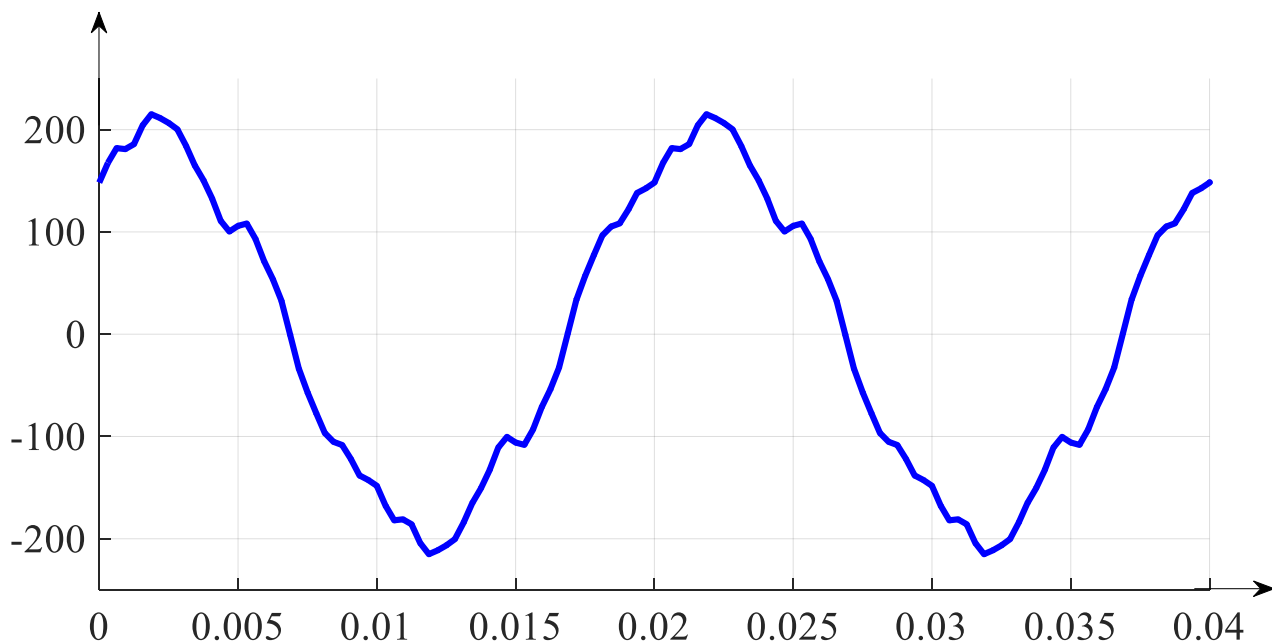


Рисунок 7 – Осциллограмма тока

Для расчета уровней токов высших гармоник, а также значений активной и реактивной мощности несинусоидального режима следует произвести пакетное вейвлет-разложение сигнала тока и напряжения до глубины 4 уровня в соответствии с деревом вейвлет-разложения, представленным на рисунке 8.

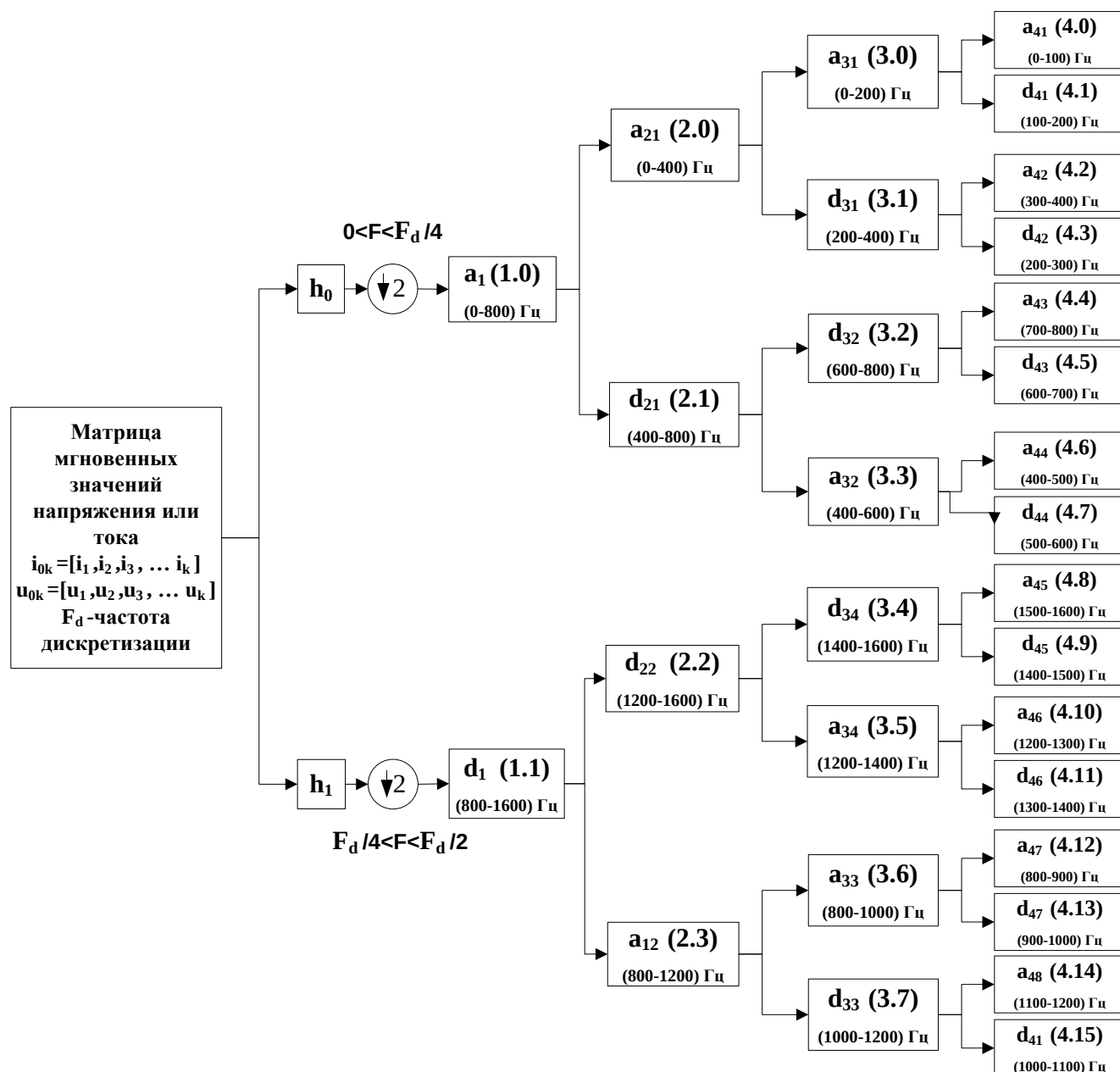


Рисунок 8 – Схема разложения тока методом пакетного вейвлет-преобразования

Для определения величины реактивной мощности несинусоидальных режимов существует ряд различных подходов. В настоящей работе не ставится задача оспаривать правомерность той или иной теории или подхода. В качестве расчетной модели примем теорию реактивной мощности по Фризе:

$$Q = UI_r = \sqrt{U^2 I^2 - U^2 I_a^2}. \quad (4)$$

Авторы работ [5, 6] также занимаются исследованиями реактивной мощности при несинусоидальных режимах систем электроснабжения. В работе [7] для расчета реактивной мощности на ВГ предложено применение ВП.

Активная проводимость исследуемой ветви через вейвлет-коэффициенты будет определяться по формуле:

$$g = \frac{P_{j,m}}{(U_{j,m})^2} = \frac{\frac{1}{n} \left(\sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} i_{j,m}(k) u_{j,m}(k) \right)}{\frac{1}{n} \sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} u_{j,m}^2(k)} \quad (5)$$

Активная составляющая полного тока может быть определена по следующему выражению:

$$i_a = g u_{j,m} = \frac{\frac{1}{n} \left(\sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} i_{j,m}(k) u_{j,m}(k) \right)}{\frac{1}{n} \sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} u_{j,m}^2(k)} \cdot \frac{1}{n} \sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} u_{j,m}(k) \quad (6)$$

Действующее значение активного тока для каждой гармоники определяется исходя из соответствующих данному частотному диапазону коэффициентов:

$$I_a = \sqrt{\frac{1}{2^N} \sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} i_a^2(k)} = \sqrt{\frac{1}{2^N} \sum_{2^{-j}nm}^{2^{-j}n(m+1)-1} i_{j,m}^2(k)} \quad (7)$$

Коэффициент искажения синусоидальности:

$$K_u = \frac{I_{(v)}}{I_{(50)}} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^2 \sum_{k=0}^{k_m} (i_{j,k}^D)^2}{\sum_{k=0}^{k_m} (i_{3,k}^A)^2 + \sum_{k=0}^{k_m} (i_{3,k}^D)^2}} \quad (8)$$

Таблица 1

Результаты расчета с помощью разработанной методики

Параметр	Номер гармоники	Фактическое значение	Значение, вычисленное через вейвлет-коэффициенты
Активная составляющая тока I_a , А	1	402,3	402,2
	5	68,4	69,1
	7	42,1	43,1
Активная мощность P , Вт	1	4 386	4 380
	5	746	752
	7	459	463
Реактивная мощность и мощность искажения	1	3 156	3 158
	5	560	559
	7	362	360

Результаты имитационного моделирования и численного расчета подтверждают корректность предложенной методики.

Заключение и выводы

Разработана имитационная модель для анализа несинусоидальных нестационарных режимов на основе теории вейвлет-преобразования. Разработана модель определения активной мощности через вейвлет-коэффициенты. Представлен подход определения реактивной мощности и мощности искажения с помощью вейвлет-преобразования.

Результаты работы могут быть использованы электросетевыми компаниями для анализа коэффициентов гармонических искажений. Повышение точности расчета несинусоидальных

режимов позволит произвести более точную оценку технико-экономических показателей внедрения фильтро-компенсирующих устройств высших гармоник.

Литература

1. Артюхов, И. И. Качество электроэнергии в системах электроснабжения котельных и центральных тепловых пунктов при оснащении насосов частотно-регулируемым электроприводом / И. И. Артюхов, С. В. Молот. – Текст : непосредственный // Градостроительство и архитектура. – 2017. – Т. 7, №1 (26). – С. 138-144.
2. Кондуктивные низкочастотные электромагнитные помехи, обусловленные несинусоидальностью напряжения, в электрической сети (0,4–2) кВ механизированной скважины по добыче нефти / В. Г. Сальников [и др.]. – Текст : непосредственный // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – № 1. – С. 150-154.
3. Коровкин, Н. В. О применимости быстрого преобразования Фурье для гармонического анализа несинусоидальных токов и напряжений / Н. В. Коровкин, С. С. Грицутенко. – Текст : непосредственный // Известия Российской Академии Наук. Энергетика. – 2017. – № 2. – С. 73-86.
4. Кузнецов, С. Е. Построение активных фильтров подавления импульсных помех в сетях электропитания промышленных судов с применением вейвлет-анализа / С. Е. Кузнецов, Т. С. Горева, Н. Н. Портнягин. – Текст : непосредственный // Эксплуатация морского транспорта. – 2011. – № 3 (65). – С. 65-70.
5. Czarnecki, L. S. Power properties of four-wire systems at nonsinusoidal supply voltage / L. S. Czarnecki, P. M. Haley // IEEE Transactions on Power Delivery. – 2016. – vol. 31, issue 2. – pp. 513-521. DOI: 10.1109/tpwrd.2015.2463253.
6. León-Martínez, V. Formulations for the apparent and unbalanced power vectors in three-phase sinusoidal systems / V. León-Martínez, J. Montañana-Romeu // Electric power systems research. – 2018. – vol. 160, July. – pp. 37-43. DOI: 10.1016/j.epsr.2018.01.028.
7. Wavelet-based reactive power and energy measurement in the presence of power quality disturbances / Morsi, W. G. [et al.] // IEEE Transactions on Power Systems. – 2011. – vol. 26, issue 3. – pp. 1263-1271. DOI: 10.1109/tpwrs.2010.2093545.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА СЕЛЕКТИВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТХОДЯЩЕЙ ЛИНИИ
И РАССТОЯНИЯ ДО МЕСТА ВОЗНИКНОВЕНИЯ
ОДНОФАЗНОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ЗЕМЛЮ**

Ощепков Владимир Александрович

кандидат технических наук, доцент,

ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»,

Омск, Россия

E-mail: energoowa@mail.ru

Предмет исследования: алгоритмы селективного определения отходящей линии при однофазном замыкании на землю в сетях с изолированной (резонансно-компенсированной) нейтралью; алгоритмы определения расстояния от подстанции до места однофазного замыкания на землю.

Цель исследования: разработка метода наложения промышленной частоты для определения отходящей линии с однофазным замыканием на землю. Разработка алгоритма определения расстояния до места однофазного замыкания на землю методом стоячих волн.

Объект исследования: распределительные электрические сети 6–35 кВ.

Методы исследования: положения теории электрических цепей, математического анализа и моделирования; резонансные режимы; метод стоячих волн.

Основные результаты исследования: разработан алгоритм селективного определения отходящей линии с однофазным замыканием на землю. Разработан алгоритм определения расстояния до места замыкания методом стоячих волн.

Ключевые слова: однофазное замыкание на землю, резонанс, метод стоячих волн, селективное определение линии.

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR SELECTIVE DETERMINATION
OF THE OUTGOING LINE AND THE DISTANCE TO THE PLACE
OF OCCURRENCE OF A SINGLE-PHASE EARTH FAULT**

Vladimir A. Oschepkov

Associate Professor, Candidate of Technical Science

Omsk State Technical University,

Omsk, Russia

E-mail: energoowa@mail.ru

Subject of research: algorithms for selective determination of the outgoing line in the event of a single-phase earth fault; algorithms for determining the distance to the fault location.

Purpose of research: development of an industrial frequency overlay method for determining the outgoing line with a single-phase earth fault. Development of an algorithm for determining the distance to the place of a single-phase earth fault by the method of standing waves.

Object of research: electrical networks 6–35 kV.

Methods of research: theory of electrical circuits, mathematical analysis and modeling; resonant modes; standing wave method.

Main results of research: An algorithm for the selective determination of the outgoing line with a single-phase earth fault has been developed. An algorithm for determining the distance to the closure site by the standing wave method has been developed.

Keywords: single-phase earth fault, resonance, standing wave method, selective line detection.

Введение

Распределительные электрические сети напряжением 6-35 кВ в России работают в режиме изолированной нейтрали. В случае превышения ёмкостного тока замыкания на землю установленных для каждого класса напряжения пределов требуется эксплуатация в режиме компенсированной нейтрали, для чего применяются дугогасящие реакторы. Одним из главных достоинств режима изолированной (компенсированной) нейтрали является высокая степень надежности электрических сетей. Как показывает статистика, до 75% всех повреждений, возникающих в распределительных сетях среднего класса напряжения 6-35 кВ, являются однофазные замыкания на землю. Такой вид повреждения не нарушает треугольник линейных напряжений и не сопровождается большими токами замыкания. В Ханты-Мансийском автономном округе – Югре значительная часть распределительных сетей 6 кВ питает кустовые подстанции предприятий нефтедобывающего сектора. Высокая надёжность электрических сетей требуется для предотвращения перерывов в работе и нарушения технологии добычи нефти. В числе недостатков режима изолированной (компенсированной) нейтрали следует выделить: повышение напряжения на «здоровых» фазах до линейного, возникновение шагового напряжения в месте возникновения замыкания, что является опасным фактором как для персонала, так и для гражданского населения. Таким образом, требуется своевременное определение отходящей линии с замыканием и её отключение. Существенную сложность в решении этих задач представляет тот фактор, что при замыкании на землю ток изменяется незначительно по отношению к нагрузочным токам. В настоящее время разработан ряд методов, основанных на использовании электрических величин промышленной частоты, высших гармоник, «наложенных токов», величин переходного процесса и др. [3].

Особенностью электрических сетей, работающих в режиме изолированной нейтрали, является смещение нейтрали, даже в нормальном режиме работы, что наиболее характерно для воздушных линий электропередачи. Результаты расчетов и моделирования возможных диапазонов смещения нейтрали представлены в статье [6]. Как отмечают авторы в работе [4], в режиме резонансно-компенсированной нейтрали при высокой добротности контура «напряжение нулевой последовательности может превышать номинальное фазное напряжение» [4, с. 60].

В работе [1] авторы указывают на метод определения места замыкания фазы на землю, основанный на использовании параметров электрических величин переходного процесса, как наиболее перспективный. В статье [2] автор приводит подробный анализ построения релейной защиты, основанной на величинах переходного процесса. В статье [5] представлен литературный обзор существующих методов и подходов для определения расстояния от подстанции до места замыкания.

Для электросетевых компаний, обслуживающих распределительные сети 6-35 кВ, работающие в режиме изолированной (резонансно-компенсированной нейтрали) актуальной задачей остается не только селективное определение отходящей линии с однофазным замыканием на землю, но и поиск места замыкания. Особенно сложной является задача поиска места в условиях пересеченной местности, в том числе и для Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Результаты и обсуждение

Для электрических сетей с изолированной или резонансно-компенсированной нейтралью в качестве одного из методов селективного определения отходящей линии с замыканием на землю необходимо определение результатов измерения токов с частотой резонанса напряже-

ния на защищаемых линиях. На шины (рис. 1), питающие защищаемые воздушные и (или) кабельные линии электропередачи, подается синусоидальное напряжение с переменной частотой. Однофазное замыкание на землю и поврежденная фаза, в таком случае, могут быть определены методом автоматического сравнения измеренного действующего значения высокочастотного тока при достижении резонанса напряжения. Действующее значение тока в поврежденной линии на резонансной частоте будет на порядок превышать действующие значения токов отходящих линий без замыкания на землю.

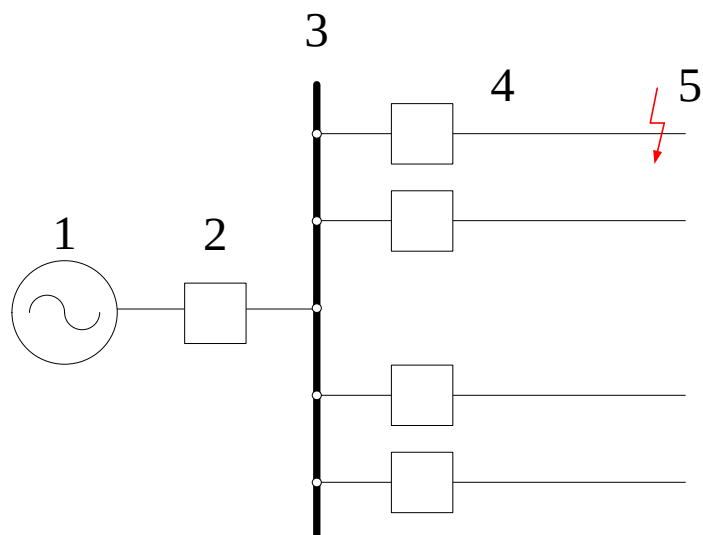


Рисунок 1 – Схема распределительного устройства

Схема подключения устройства селективного определения представлена на рисунке 2. Генератор не промышленной частоты ($U_{вч}$) через согласующий трансформатор и разделительные конденсаторы (СВ) подключается к шинам подстанции (СШ I). На каждой фазе отходящих линий необходимо установить датчики тока на ферритах, которые позволяют измерить действующее значение тока не промышленной частоты.

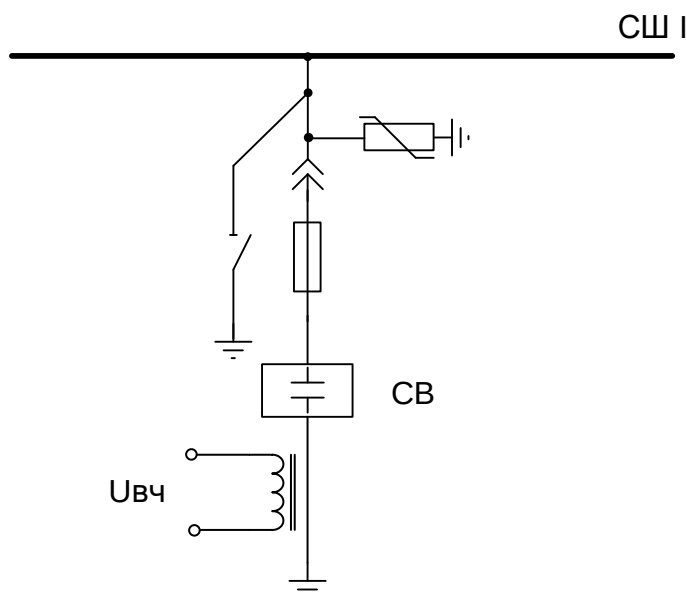


Рисунок 2 – Схема подключения устройства

Схема замещения сети будет иметь вид, представленный на рисунке 3.

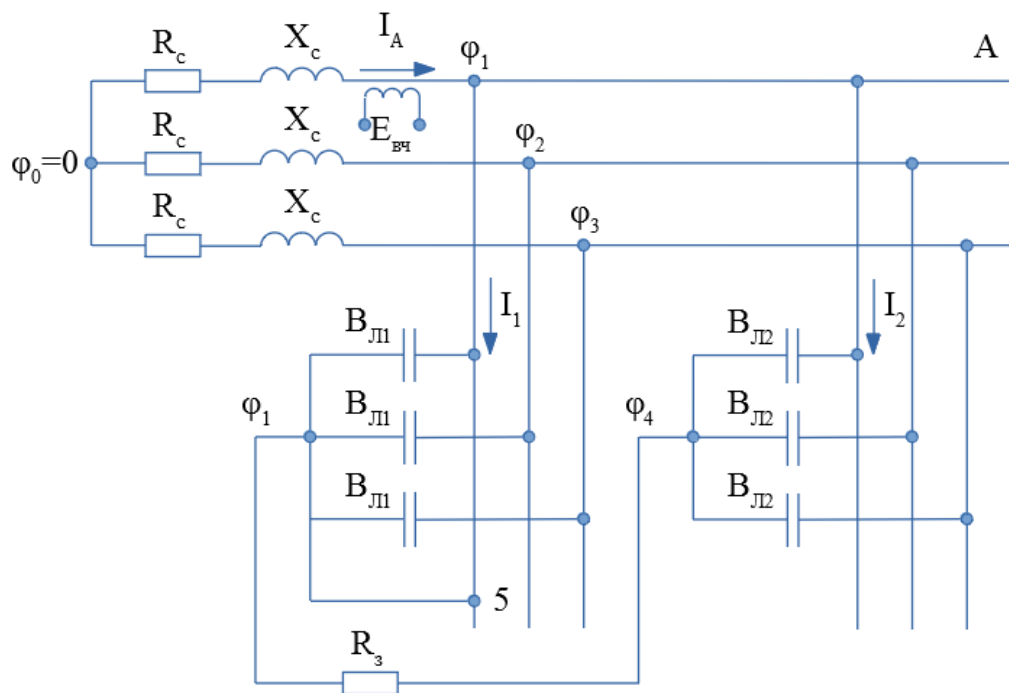


Рисунок 3 – Схема замещения при ОЗЗ на фазе «А»

Устройство работает в автоматическом режиме, не требует участия персонала – на шины 3 (рис. 1) распределительного устройства 1, от которого отходят защищаемые линии 4, подается синусоидальное напряжение с переменной частотой. Частота меняется устройством автоматически. Частота на генераторе 7 (рис. 2) изменяется до возникновения резонанса напряжения, при котором ток в защищаемых линиях достигает максимального значения. Величина этого тока ограничена активными сопротивлениями системы R_c (рис. 3). В этом случае для схемы, представленной на рисунке 3, угловая резонансная частота будет определяться по формуле:

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{3C_x L_C}}, \quad (1)$$

где C_{Σ} – суммарная эквивалентная ёмкость отходящих линий электропередачи; L_C – приведенная индуктивность рассеяния системы.

Ток на резонансной частоте в защищаемых линиях 4 (рис. 2) будет измеряться ферритовыми датчиками тока 8. На рисунке 4 показаны результаты моделирования в Mathcad работы рассматриваемого метода селективного определения отходящей линии, ток промышленной частоты 50 Гц обозначен «1», а суммарный ток в поврежденном присоединении обозначен «2».

По рисунку 4 видно, что высокочастотная составляющая тока на отходящей линии 5 с замкнутой на землю фазой «А» (рис. 3) существенно больше высокочастотного тока в отходящей линии без замыкания на землю, что позволяет определить с высокой достоверностью поврежденное присоединение.

Описанный выше алгоритм селективного определения отходящей линии графически может быть изложен в виде, представленном на рисунке 5.

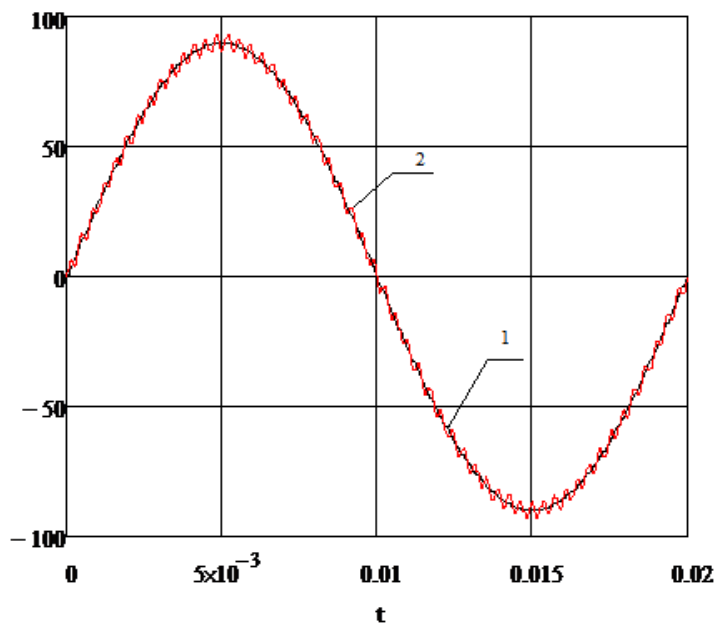


Рисунок 4 – Результаты моделирования

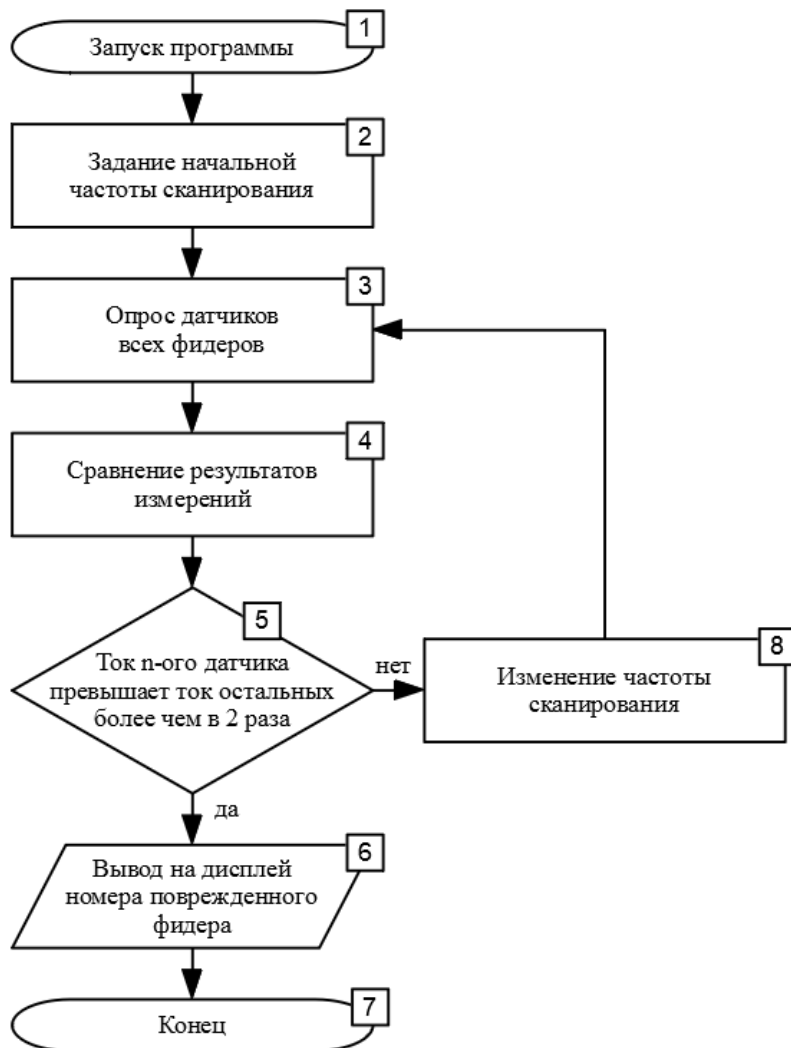


Рисунок 5 – Алгоритм селективного определения отходящей линии

Представим численный расчет режима сети с целью обоснования требуемой селективности определения линии с однофазным замыканием на землю. Произведем расчет для схемы распределительного устройства (рис. 2) с двумя отходящими линиями длиной 10 км, схема замещения которого представлена на рисунке 3. Исходные данные для расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для тестового расчета

Активное сопротивление системы R_c , Ом	Индуктивность системы L_c , Гн	Ёмкость между фазой линии и землей при длине линии 10 км, $C_{л1}=C_{л2}$ мкФ	Активное сопротивление земли R_3 , Ом	ЭДС высокочастотного генератора, В
0,1	0,01	0,06	10	1

Угловая частота резонансного режима для исследуемой схемы замещения (рис. 2) будет определяться по формуле:

$$\omega_{BЧ} = \sqrt{\frac{1}{3 \cdot (C_{л1} + C_{л2}) \cdot L_c}} = \sqrt{\frac{1}{3 \cdot (0,06 \cdot 10^{-6} + 0,06 \cdot 10^{-6}) \cdot 0,01}} = 1,67 \cdot 10^4 \text{ (с}^{-1}\text{)} \quad (2)$$

Частота резонанса будет составлять:

$$f_{BЧ} = \frac{\omega_{BЧ}}{2\pi} = \frac{1,67 \cdot 10^4}{2 \cdot 3,14} = 2,65 \text{ (кГц)} \quad (3)$$

Для резонансной частоты 2,65 кГц определим параметры схемы замещения. Индуктивное сопротивление системы X_c составит:

$$X_c = \omega_{BЧ} L_c = 1,67 \cdot 10^4 \cdot 0,01 = 166,5 \text{ (Ом)} \quad (4)$$

Ёмкостная проводимость линии на резонансной частоте:

$$B_{л1} = B_{л2} = \omega_{BЧ} C_{л1} = 1,67 \cdot 10^4 \cdot 0,06 \cdot 10^{-6} = 0,001 \text{ (См)} \quad (5)$$

Для рассматриваемой схемы замещения (рис. 3) можно записать следующие уравнения узловых потенциалов:

$$\begin{cases} \varphi_1 (Y_A + Y_{CE} + Y_{CE} + Y_{CE} + Y_3) - \varphi_2 Y_{CE} - \varphi_3 Y_{CE} - \varphi_4 (Y_{CE} + Y_3) = E_{BЧ} Y_A; \\ -\varphi_1 Y_{CE} + \varphi_2 (Y_B + Y_{CE} + Y_{CE}) - \varphi_4 Y_{CE} = 0; \\ -\varphi_1 Y_{CE} + \varphi_3 (Y_C + Y_{CE} + Y_{CE}) - \varphi_4 Y_{CE} = 0; \\ -\varphi_1 (Y_{CE} + Y_3) - \varphi_2 Y_{CE} - \varphi_3 Y_{CE} + \varphi_4 (Y_{CE} + Y_{CE} + Y_{CE} + Y_3) = 0 \end{cases}, \quad (6)$$

$$Y_A = Y_B = Y_C = \frac{1}{R_c + jX_c} = \frac{1}{0,1 + j166,5} = 3,61 \cdot 10^{-6} - j6,01 \cdot 10^{-3} \text{ (См)} \quad (7)$$

$$Y_{CE} = jB_{л1} = jB_{л2} = j1 \cdot 10^{-3} \text{ (См)}; \quad (8)$$

$$Y_3 = \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ (См)}. \quad (9)$$

Величины узловых потенциалов составят:

$$\varphi_1 = 13,2 - j60,4 \text{ (В)};$$

$$\varphi_2 = -6,1 + j30,2 \text{ (В)};$$

$$\varphi_3 = -6,1 + j30,2 \text{ (В)};$$

$$\varphi_4 = -6,1 + j30,2(B).$$

Токи I_A и I_2 равны:

$$I_A = (E_{BЧ} - \varphi_1)Y_A = (1 - 13,2 + j60,4) \cdot (3,61 \cdot 10^{-6} - j6,01 \cdot 10^{-3}) = 0,36 + j0,073(A) \quad (10)$$

$$I_2 = (\varphi_1 - \varphi_4)Y_{CE} = (13,2 - j60,4 - 11,4 + j60,7) \cdot j1 \cdot 10^{-3} = 3,31 \cdot 10^{-4} + j1,8 \cdot 10^{-3}(A) \quad (11)$$

Ток I_1 может быть определен по первому закону Кирхгофа:

$$I_1 = I_A - I_2 = 0,36 + j0,73 - 3,31 \cdot 10^{-4} - j1,8 \cdot 10^{-3} = 0,36 + j0,072(A) \quad (12)$$

Амплитудное значение токов I_1 и I_2 :

$$I_{1m} = \sqrt{0,36^2 + 0,072^2} = 0,37(A) \quad (13)$$

$$I_{2m} = \sqrt{(3,31 \cdot 10^{-4})^2 + (1,8 \cdot 10^{-3})^2} = 1,85 \cdot 10^{-3}(A) \quad (14)$$

На завершающем этапе определим действующие значения токов I_1 и I_2 :

$$I_1 = \frac{0,37}{\sqrt{2}} = 0,26(A) \quad (15)$$

$$I_2 = \frac{1,85 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2}} = 1,31 \cdot 10^{-3}(A) \quad (16)$$

Сравнивая полученные результаты действующих значений токов на резонансной частоте (15-16), отчетливо видно, что значение тока в линии с замыканием на землю (I_1) значительно больше, чем в «здоровой» линии (I_2), что обеспечивает достаточное условие чувствительности и селективности.

Следует отметить, что применение метода наложения высокочастотного сигнала для решения поставленной задачи:

- не оказывает негативного влияния на работу силового оборудования распределительной сети;
- не вносит изменений в режим работы нейтрали и электрической сети;
- не влияет на работу устройств релейной защиты и автоматики, чей принцип работы основан на измерении токов и напряжений промышленной частоты;
- подключение источника высокочастотного напряжения (индуктор) к электрической сети осуществляется через согласующий трансформатор.

На основе использования метода стоячих волн был разработан алгоритм (рис. 6) работы устройства определения расстояния от подстанции до места ОЗЗ. Алгоритм обеспечивает автоматическую работу устройства без участия персонала.

Алгоритм работы устройства может быть представлен следующими этапами.

1. Регистрация факта возникновения однофазного замыкания на землю. В соответствии с методом, представленным в настоящей работе, устройство автоматически определяет отходящую линию, где возникло однофазное замыкание на землю.

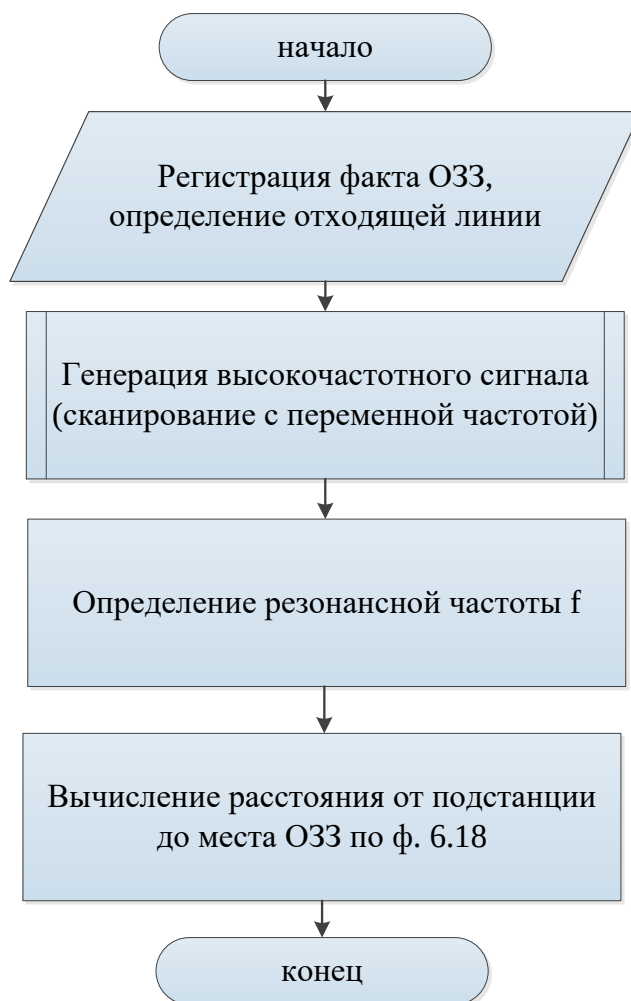


Рисунок 6 –Алгоритм определения расстояния от ПС до места ОЗЗ

2. Генератор непрямолинейной частоты (Увч), представленный на рисунке 2, генерирует синусоидальный высокочастотный сигнал на шинах РУ. При этом используется тот же генератор, что и в алгоритме селективного определения отходящей линии, – установки второго или дублирующего генератора не требуется. В отличие от алгоритма определения отходящей линии, применяется другой диапазон частот, причем сканирование начинается с частоты, соответствующей самой протяженной отходящей линии. Сканирование происходит автоматически без участия персонала.

3. В результате сканирования определяется резонансная частота f .

4. Расстояние до места повреждения (ОЗЗ) определяется по выражению:

$$x = \frac{v}{2f}, \quad (17)$$

где v – фазовая скорость распространения волны (принимается равной скорости света).

В целом, работа устройства по селективному определению отходящей линии и определению расстояния от подстанции до места ОЗЗ является полностью автоматической. На дисплее устройства отображаются две позиции: 1) номер отходящей линии (фидера); 2) расстояние в километрах от подстанции.

Высокочастотный генератор не оказывает влияния на работу электрической сети, требования электромагнитной совместимости не нарушаются, дополнительных переключений со стороны персонала не требуется. Алгоритм работы устройства в случае установки в сетях с двухсторонним питанием не изменяется – на каждой подстанции устанавливается комплект

генератор – датчики. При возникновении ОЗЗ в сети с двухсторонним питанием, среагирует устройство на каждой подстанции и будет определено расстояние от ПС до места ОЗЗ.

Заключение и выводы

1. В статье представлена схема и описан принцип работы устройства селективного определения отходящей линии, где произошло однофазное замыкание на землю. В основе работы разработанного устройства лежит принцип наложения тока не промышленной частоты с последующим сравнением действующих значений токов фаз отходящих линий. На численном примере показано существенное различие между токами поврежденной и здоровой фаз на резонансной частоте.

2. Разработан алгоритм определения расстояния до места однофазного замыкания на землю. Алгоритм основан на методе стоячих волн.

Результаты работы могут быть использованы электросетевыми компаниями, эксплуатирующими распределительные сети 6-35 кВ.

Литература

1. Информационные параметры электрических величин переходного процесса для определения места замыкания на землю в распределительных кабельных сетях напряжением 6–10 кВ / В. А. Шуин [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2017. – № 2. – С. 34-42.

2. Левиуш, А. И. Сигнализация и защита в сетях 6–35 кВ, основанных на использовании переходных процессов / А. И. Левиуш. – Текст : непосредственный // Релейная защита и автоматизация. – 2015. – № 1(18). – С. 22-26.

3. Мирошник, В. Ю. Методы и алгоритмы для определения места однофазного замыкания на землю в сетях 6–35 кВ с использованием параметров аварийного режима / В. Ю. Мирошник, Д. В. Батулько, А. А. Ляшков. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. – 2017. – № 1 (151). – С. 62-66.

4. Сафонов, Д. Г. Определение напряжения нулевой последовательности с учетом естественной несимметрии параметров воздушной линии электропередачи / Д. Г. Сафонов, В. А. Ощепков, С. С. Гиршин. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. – 2016. – № 1 (145). – С. 58-60.

5. Farughian, A. Review of methodologies for earth fault indication and location in compensated and unearthened MV distribution networks / A. Farughian, L. Kumpulainen, K. Kauhaniemi // Electric power systems research. – 2018. – vol. 154, January. – pp. 373-380. DOI: 10.1016/j.epsr.2017.09.006.

6. Meng, J. Zero-sequence voltage trajectory analysis for unbalanced distribution networks on single-line-to-ground fault condition / J. Meng [et al.] // Electric power systems research. – 2018. – vol. 161, August. – pp. 17-25. DOI: 10.1016/j.epsr.2018.03.024.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДУГОГАСЯЩИМ РЕАКТОРОМ

Сафонов Дмитрий Геннадьевич

кандидат технических наук, доцент

ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»,

Омск, Россия

E-mail: safonovdg@mail.ru

Предмет исследования: система автоматического регулирования дугогасящего реактора.

Цель исследования: разработка системы автоматического регулирования дугогасящего реактора для повышения эффективности работы электрической сети.

Объект исследования: электрические сети 6-35 кВ с компенсированной нейтралью через дугогасящий реактор.

Методы исследования: основные положения теории электрических цепей, математического анализа и моделирования, численного программирования.

Основные результаты исследования: в статье предложена уточненная математическая модель распределительной сети с дугогасящим реактором, позволяющая повысить точность определения параметров сети, в том числе напряжения смещения нейтрали. Алгоритм настройки реактора по экстремальному методу при отсутствии однофазного замыкания на землю в распределительной сети с высокой естественной несимметрией.

Ключевые слова: однофазное замыкание на землю, дугогасящий реактор, система управления, настройка реактора, резонанс.

DEVELOPMENT OF AN ARC EXTINGUISHING REACTOR CONTROL SYSTEM

Dmitry G. Safonov

Candidate of Technical Science, Associate Professor

Omsk State Technical University,

Omsk, Russia

E-mail: safonovdg@mail.ru

Subject of research: the system of automatic control of the arc-extinguishing reactor.

Purpose of research: development of an automatic control system of an arc-extinguishing reactor to improve the efficiency of the electrical network.

Object of research: 6-35 kV electric networks with compensated neutral through an arc-extinguishing reactor.

Methods of research: the main provisions of the theory of electrical circuits, mathematical analysis and modeling, numerical programming.

Main results of research: The article proposes the idea of using the wavelet transform to organize software. The article proposes a refined mathematical model of a distribution network with an arc-extinguishing reactor, which allows to increase the accuracy of determining network parameters, including the neutral offset voltage. The algorithm of the reactor settings according to the extreme method in the absence of a single-phase earth fault in a distribution network with a high natural asymmetry.

Keywords: Single-phase earth fault, arc-extinguishing reactor, control system, reactor tuning, resonance.

Математическая модель источника задается синусоидальными ЭДС.

Уравнение потенциала нейтрали представлена в виде [6]:

$$\varphi_N = (i_{am} + i_{bm} + i_{cm}) \frac{L_p R_m - L_m R_p}{3L_p + L_m} + \frac{\varphi_{an} + \varphi_{bn} + \varphi_{cn} - e_a - e_b - e_c}{3 + L_m/L_p}, \quad (1)$$

где i_{am} , i_{bm} , i_{cm} – фазные токи в обмотке низшего напряжения питающего трансформатора; R_p , L_p – активное сопротивление и индуктивность реактора; R_m , L_m – активное сопротивление и индуктивность рассеяния обмотки низшего напряжения питающего трансформатора; φ_{an} , φ_{bn} , φ_{cn} – потенциалы на выводах трансформатора, e_a , e_b , e_c – ЭДС в обмотках низшего напряжения питающего трансформатора [6].

Фазные падения напряжения в поврежденной линии от ее начала до точки замыкания представлены уравнениями:

$$R_n i_{an} + L_n \frac{di_{an}}{dt} + M_{abn} \frac{di_{bn}}{dt} + M_{acn} \frac{di_{cn}}{dt} = \varphi_{an} - \varphi_{a3}, \quad (2)$$

$$R_n i_{bn} + L_n \frac{di_{bn}}{dt} + M_{abn} \frac{di_{an}}{dt} + M_{bcn} \frac{di_{cn}}{dt} = \varphi_{bn} - \varphi_{b3}, \quad (3)$$

$$R_n i_{cn} + L_n \frac{di_{cn}}{dt} + M_{bcn} \frac{di_{bn}}{dt} + M_{acn} \frac{di_{an}}{dt} = \varphi_{cn} - \varphi_{c3}, \quad (4)$$

Для поперечных ветвей дифференциальные уравнения могут быть представлены в следующем виде:

$$(C_{abn} + C_{acn} + C_{an}) \frac{d\varphi_{an}}{dt} - C_{abn} \frac{d\varphi_{bn}}{dt} - C_{acn} \frac{d\varphi_{cn}}{dt} = i_{am} - i_{an} - \sum_{i=1}^n i_{ali} - \frac{\varphi_{an}}{R_{yn}}, \quad (5)$$

$$-C_{abn} \frac{d\varphi_{an}}{dt} + (C_{bcn} + C_{abn} + C_{bn}) \frac{d\varphi_{bn}}{dt} - C_{bcn} \frac{d\varphi_{cn}}{dt} = i_{bm} - i_{bn} - \sum_{i=1}^n i_{bli} - \frac{\varphi_{bn}}{R_{yn}}, \quad (6)$$

$$-C_{acn} \frac{d\varphi_{an}}{dt} - C_{bcn} \frac{d\varphi_{bn}}{dt} + (C_{acn} + C_{bcn} + C_{cn}) \frac{d\varphi_{cn}}{dt} = i_{cm} - i_{cn} - \sum_{i=1}^n i_{cli} - \frac{\varphi_{cn}}{R_{yn}}. \quad (7)$$

Принимая во внимание, что дугогасящий реактор настраивается на фазную ёмкость некоторым рассогласованием (не более 0,1), то при выделении поврежденной линии уравнение настройки реактора будет иметь следующий вид:

$$L_p = \frac{0,9...1,1}{\omega^2 \left[(C_{0,a,n} + C_{0,b,n} + C_{0,c,n}) l_n + \sum_{i=1}^n (C_{0,a,i} + C_{0,b,i} + C_{0,c,i}) l_i \right]} \quad (8)$$

Для определения начальных условий необходимо рассчитать предшествующий установившийся режим. Расчет производится согласно схеме замещения (рис. 1) при отсутствии замыкания на землю.

При вычислении токов нагрузки исключается сначала составляющая напряжений нулевой последовательности, а затем составляющая токов нулевой последовательности. Модель нагрузки имеет вид:

$$\dot{U}_{ак12} = \frac{1}{3}(2\dot{U}_{ак} - \dot{U}_{бк} - \dot{U}_{ск}) \quad (9)$$

$$\dot{U}_{бк12} = \frac{1}{3}(2\dot{U}_{бк} - \dot{U}_{ак} - \dot{U}_{ск}) \quad (10)$$

$$\dot{U}_{ск12} = \frac{1}{3}(2\dot{U}_{ск} - \dot{U}_{ак} - \dot{U}_{бк}) \quad (11)$$

$$\dot{I}_{0нз} = \frac{1}{3} \left(\frac{S_{анз}^*}{U_{ак12}^*} + \frac{S_{бнз}^*}{U_{бк12}^*} + \frac{S_{снз}^*}{U_{ск12}^*} \right) \quad (12)$$

$$\dot{I}_{анз} = \frac{S_{анз}^*}{U_{ак12}^*} - \dot{I}_{0нз} \quad (13)$$

$$\dot{I}_{бнз} = \frac{S_{бнз}^*}{U_{бк12}^*} - \dot{I}_{0нз} \quad (14)$$

$$\dot{I}_{снз} = \frac{S_{снз}^*}{U_{ск12}^*} - \dot{I}_{0нз} \quad (15)$$

Для тока фазы «А» в начале i -той линии по первому закону Кирхгофа можно записать в следующем виде:

$$\dot{I}_{али} = \dot{I}_{аи} + \dot{U}_{аи} \left[\frac{1}{R_{yi}} + j(B_{аи} + B_{аби} + B_{аси}) \right] - j\dot{U}_{би} B_{аби} - j\dot{U}_{си} B_{аси}, \quad i = 1 \dots n, \quad (16)$$

Напряжение смещения и напряжения в начале линии определяются уравнениями:

$$\dot{U}_N = -\dot{I}_p(R_p + jX_p), \quad (17)$$

$$\dot{U}_{ан} = \dot{U}_N + \dot{E}_a - \dot{I}_{ам}(R_m + jX_m), \quad (18)$$

$$\dot{U}_{бн} = \dot{U}_N + \dot{E}_b - \dot{I}_{бм}(R_m + jX_m), \quad (19)$$

$$\dot{U}_{сн} = \dot{U}_N + \dot{E}_c - \dot{I}_{см}(R_m + jX_m), \quad (20)$$

На принципиальной схеме управления плунжерным дугогасящим реактором (рис. 2) в цепи силовой обмотки реактора установлен трансформатор тока. Для обратной связи по напряжению используется обмотка трансформатора напряжения с схемой соединения «разомкнутый треугольник». Блок логики определяет алгоритм взаимодействия измерительных блоков и блока управления приводом плунжера. Генератор импульсов возмущения, подключенный к сигнальной обмотке ДГР, имеет прямую связь с измерительным блоком частоты свободных колебаний в контуре нулевой последовательности и связь через блок логики.

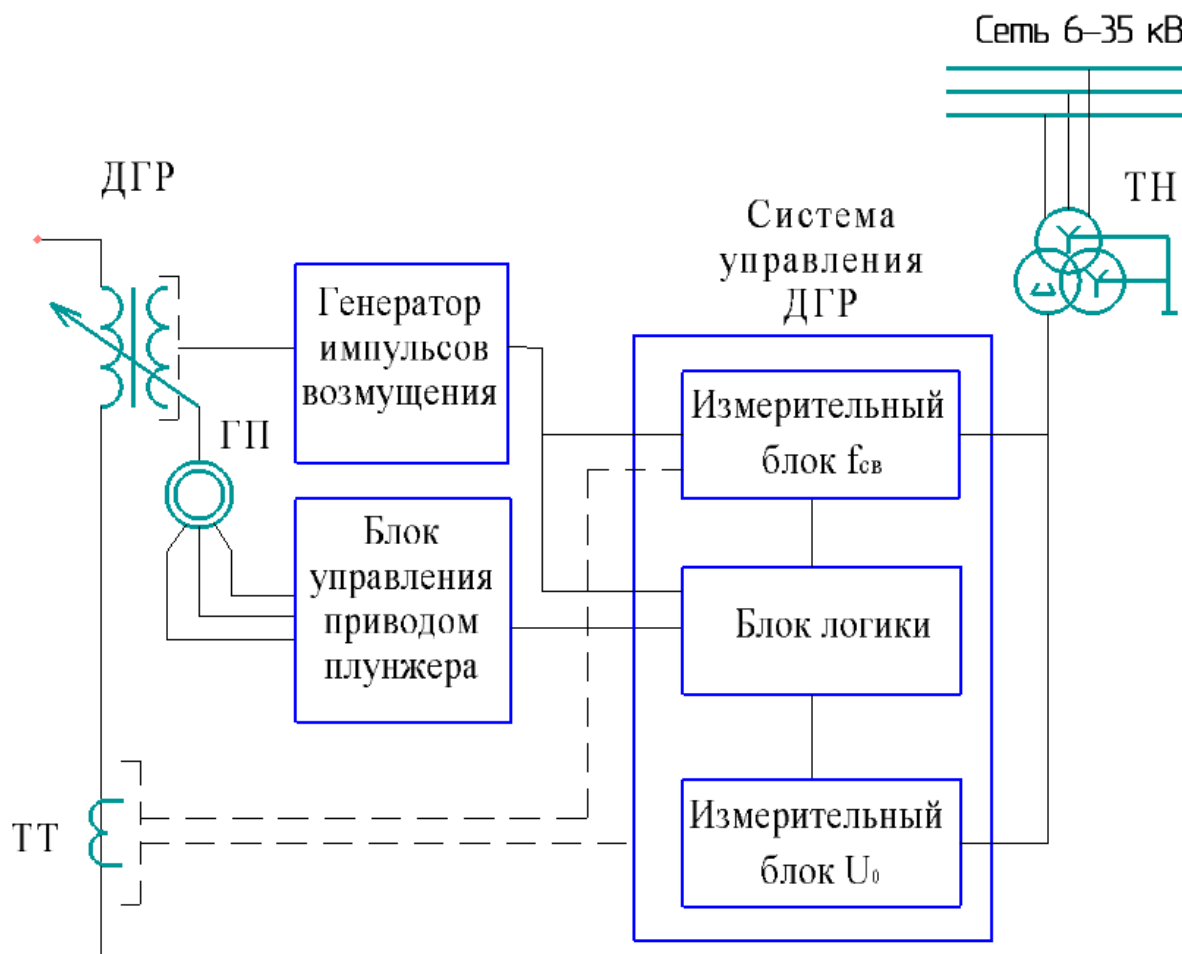


Рисунок 2 – Принципиальная схема системы управления дугогасящим реактором

В устройствах настройки компенсации по экстремальным характеристикам сети (в нормальном режиме ее работы) определяют экстремум напряжения нейтрали или тока дополнительного источника не промышленной частоты, вводимого в нейтраль сети, а при замыкании на землю – минимум напряжения поврежденной фазы. Известны системы настройки компенсации с использованием экстремальных характеристик контура нулевой последовательности сети и контура «заземляющий трансформатор – сеть» [4].

В работе [5] представлен подход, основанный на теории вейвлет-преобразования, где частота контура нулевой последовательности выделяется с помощью дискретного вейвлет-преобразования. В статье [1] разработан алгоритм интервальной оценки параметра активного сопротивления потерь и индуктивности для решения задачи управления дугогасящего реактора. Основные принципы применения искусственного интеллекта в задаче управления компенсацией емкостного тока представлены в работе [2].

В нормальном режиме работы электрической сети (при отсутствии замыкания на землю) должна быть выполнена предварительная настройка дугогасящего реактора в резонансный режим по условию величины напряжения смещения нейтрали U_0 в соответствии с предлагаемым алгоритмом (рис. 3).

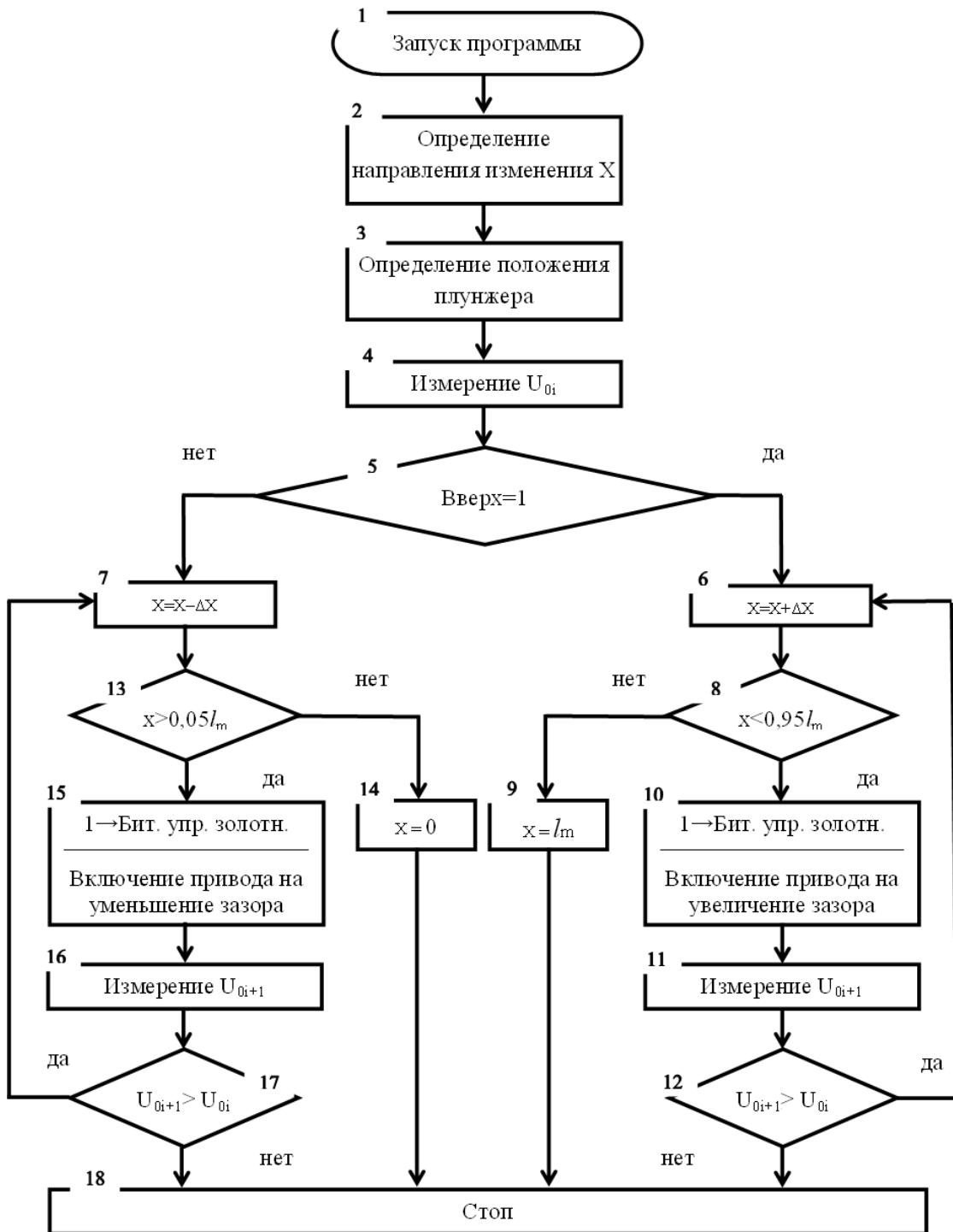


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма системы управления ДГР по экстремальному методу

Разработанная в статье математическая модель и блок управления дугогасящим реактором позволяет повысить эффективность распределительных электрических сетей среднего напряжения при возникновении однофазных замыканий на землю.

Заключение и выводы

1. Для повышения точности расчета режима распределительной сети 35 кВ и напряжения смещения нейтрали необходим учет в схеме замещения взаимных междуфазных индуктивностей воздушных линий, а также междуфазные и фазные ёмкости линий, так как по ве-

личине напряжения смещения нейтрали производится настройка реактора при отсутствии замыкания на землю.

2. Разработана модель для расчета начальных условий, представляющая собой систему уравнений установившегося режима сети до возникновения замыкания. Данная модель, в отличие от представленных ранее, учитывает несимметрию линий и составлена на основе метода фазных координат. Кроме определения начальных условий, эта модель имеет самостоятельное значение: она позволяет определить (или проверить) допустимую расстройку реактора по уровню напряжения смещения нейтрали в нормальном режиме.

Результаты работы могут быть использованы в организациях, эксплуатирующих дугогасящие реакторы в распределительных сетях 6-35 кВ, а также в научных организациях, занимающихся разработкой алгоритмов систем управления реакторами.

Литература

1. Дементий, Ю. А. Интеллектуальный алгоритм интервальной оценки параметров дугогасящего реактора / Ю. А. Дементий, Е. В. Шорников, К. П. Николаев. – Текст : непосредственный // Вестник Чувашского университета. – 2021. № 3. С. 64-72.
2. Дементий, Ю. А. Элементы искусственного интеллекта в управлении компенсацией ёмкостного тока однофазного замыкания на землю / Ю. А. Дементий. – Текст : непосредственный // Релейная защита и автоматизация. – 2021. – №3 (44). С. 38-44.
3. Зиганшин, А. Г. Использование быстрого преобразования Фурье для управления дугогасящим реактором с подмагничиванием / А. Г. Зиганшин, И. Ш. Фардиев, И. Н. Степанов, Г. М. Михеев, В. Л. Чепайкин, Н. П. Кадеев. – Текст : непосредственный // Электрические станции. – 2023. – № 1 (1098). С. 30–34.
4. Миронов, И. А. Дугогасящие реакторы в сетях 6–35 кВ. Автоматическая компенсация емкостного тока / И. А. Миронов. – Текст : непосредственный // Новости электротехники. – 2007. – № 5 (47). <http://news.elteh.ru/arh/2007/47/06.php> (дата обращения 01.09.2023).
5. Осипов, Д. С. Разработка алгоритма автоматической настройки компенсации ёмкостных токов на основе существующих методов / Д. С. Осипов, С. Ю. Долингер, Д. Г. Сафонов. – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. – 2016. – №4 (148). С. 58–60.
6. Сафонов, Д. Г. Управление компенсацией емкостных токов в электрических сетях среднего класса напряжения при однофазных замыканиях на землю: 05.14.12 «Электрические станции и электроэнергетические системы»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Омск. – 2019. – Текст : непосредственный.
7. Сирота, И. М. Режимы нейтрали электрических сетей / И. М. Сирота, С. Н. Кисленко, А. М. Михайлов. – Киев : Наукова думка, 1985. – 264 с. – Текст : непосредственный.

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ
И ТЕХНОЛОГИИ

**ФИЗИКО-ХИМИЯ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ БУРОВЫХ ШЛАМОВ
МЕТОДАМИ СВ-СИНТЕЗА И МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ**

Гуляев Павел Юрьевич

*доктор технических наук,
независимый исследователь,*

Ханты-Мансийск, Россия

E-mail: p_gulyaev@ugrasu.ru

ORCID: 0000-0002-4337-1253

SPIN: 3808-0739

Мансуров Данил Андреевич

стажер-исследователь,

ООО ТК «Сибирский регион»

Ханты-Мансийск, Россия

E-mail: mansurovd02@mail.ru

SPIN: 1799-3415

Цель исследования: изучение физико-химических особенностей процессов переработки ультрадисперсной части бурового шлама в жаропрочные материалы с высокими огнеупорными свойствами.

Методы и объекты исследования: методами самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в сочетании с предварительной механохимической активацией бурового шлама на высокоэнергетической планетарной мельнице АГО-3, которую применяют, когда необходимо очистить отходы бурения от нефтепродуктов, получен композиционный огнеупор, устойчивый к деформациям от 30 до 80 МПа, при температурах от 1500 до 1660°C.

Основные результаты исследования: показано, что физико-механические свойства обеспечиваются игольчатой структурой муллитокорундовой связки.

Ключевые слова: буровой шлам, переработка, самораспространяющийся высокотемпературный синтез, огнеупорный материал, муллит, алюмотермия.

**PHYSICO-CHEMISTRY OF DRILLING WASTE PROCESSING
BY SH-SYNTHESIS AND MECHANOCHEMICAL ACTIVATION METHODS**

Pavel Yu. Gulyaev

Doctor of Technical Sciences,

Independent Researcher

Khanty-Mansiysk, Russia

ORCID: 0000-0002-9909-7337

SPIN: 3808-0739

E-mail: P_Gulyaev@ugrasu.ru

Danil A. Mansurov

trainee researcher,

ООО ТК Siberian Region

Khanty-Mansiysk, Russia

SPIN: 1799-3415

E-mail: mda111002@edu.ugrasu.ru

Purpose of research: is to study the physicochemical features of the processes of processing the ultrafine part of drill cuttings into heat-resistant materials with high refractory properties.

Methods and objects of research: using the methods of self-propagating high-temperature synthesis in combination with preliminary mechanochemical activation of drill cuttings on a high-energy planetary mill AGO-3, which is performed only in those cases when it is necessary to clean drilling waste from oil products, a composite refractory was obtained that is resistant to deformations from 30 to 80 MPa, at temperatures from 1500 to 1660°C.

Main results of research: it is shown that the physical and mechanical properties are provided by the needle-like structure of the mullite-corundum binder.

Keywords: drilling waste, processing, self-propagating high-temperature synthesis, refractory material, mullite structures, aluminothermy.

Введение

В настоящее время только в ХМАО-Югре образуется до 600 тысяч тонн отходов нефтедобычи в год, основная часть которых – буровой и нефтяной шлам [1]. При этом ежегодный объем увеличения бурового шлама (БШ) на территории Западной Сибири оценивается величиной не менее чем 100 тысяч тонн [2]. Для его утилизации сооружаются земляные емкости, так называемые шламовые амбары – шламонакопители, которые считаются одними из опасных источников загрязнения [3]. Переработка буровых шламов в сухие строительные смеси или алюмосиликатные материалы со специальными свойствами является не только важной задачей утилизации отходов нефтедобывающей отрасли [4, 5], но и экономически выгодным путем производства конкурентоспособных неформованных огнеупоров широкого применения непосредственно на месте [6–8], избегая затрат на транспортировку в удаленные районы. Сырьевая база для такого производства практически неограниченна. Около 10% объема БШ представляет собой особо ценную часть ультрадисперсной фракции бурового раствора, которая содержится в приповерхностном слое шламонакопителя.

Цель работы – продемонстрировать возможность импортозамещения дорогостоящих ультрадисперсных порошков муллитокорундовой группы при производстве огнеупорных материалов методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) за счёт использования отечественного сырья в виде мелкой фракции БШ, который в промышленных масштабах накапливается в приповерхностном слое шламовых амбаров из-за естественной седиментации выбуренной породы. В этом аспекте рассмотрены особенности применения оригинальных методов сухой очистки отжатых БШ из насыпей кустовых площадок от остатков углеводородов с помощью цеолита и примеры металлотермического синтеза огнеупоров из смеси БШ с порошками алюминия.

Результаты и обсуждение

Физико-механические свойства и состав бурового шлама

Особую ценность БШ, в отличие от многих других отходов промышленности, придает тот факт, что они сами являются продуктом высокотехнологической переработки горных пород, которые в процессе бурения размельчают и выносят на поверхность в виде смеси отработанного бурового раствора и выбуренной породы. К уникальным физико-химическим свойствам БШ, в первую очередь, следует отнести его тонкодисперсный состав и чрезвычайно высокую удельную поверхность частиц твердой фазы, что определяет хорошую кинетику протекания гетерогенных восстановительно-окислительных реакций, каталитические и вяжущие свойства. Обратная сторона этих свойств БШ сопряжена со слабой фильтрационной способностью, бесструктурностью, заплыванием при увлажнении. При щелочном насыщении катионами Na^+ большинство БШ обладают непрочной структурой, а при увлажнении – расплываются в непроницаемую для воды и воздуха вязкую массу, которая после высыхания

резко сокращается в объеме, образуя трещины и плохо поддающиеся обработке монолитные глыбы. На рисунке 1 приведено распределение частиц твердой фазы БШ после 6 месяцев хранения.

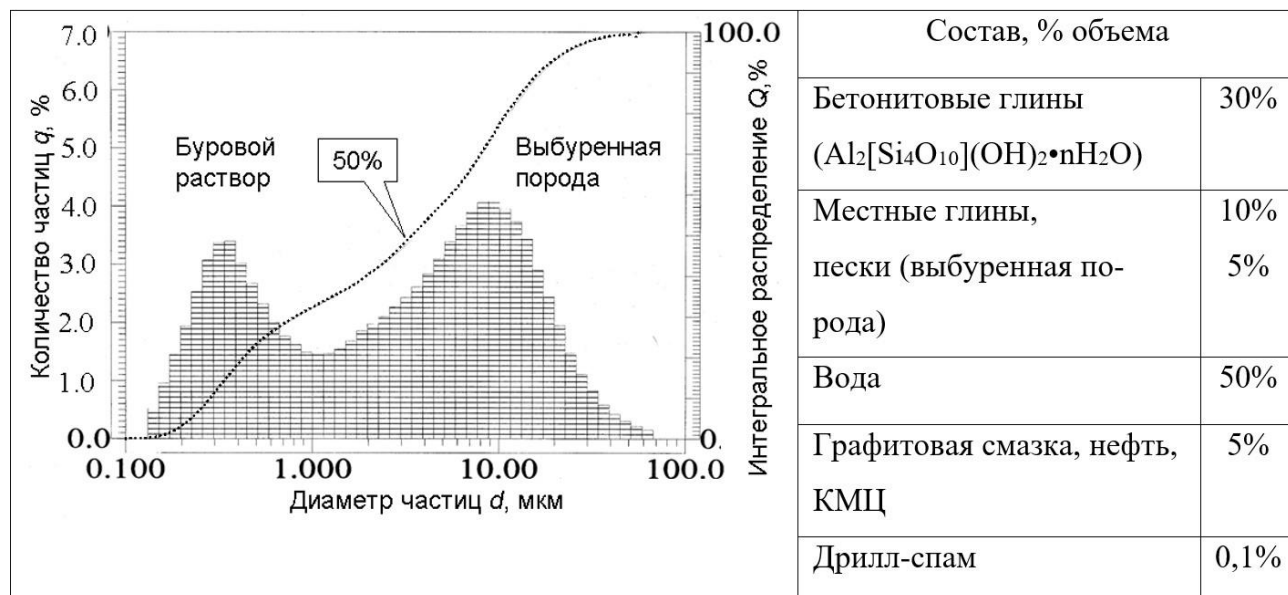


Рисунок 1 – Дисперсионный состав БШ месторождения Каменное, входящего в состав Красноленинского свода месторождений на западе Ханты-Мансийского автономного округа

Анализ дисперсионной кривой, полученной на лазерном анализаторе гранулометрического состава LA-300 («Hogiba», Япония), выявил две моды распределения, соответствующие ультрадисперсным частицам бурового раствора (350 нм) и микрочастицам выбуренной породы (10 мкм). Следует отметить, что мельчайший размер частиц отработанного бурового раствора обеспечивает их высокую седиментационную стабильность и преимущественное накопление в верхних слоях шламового амбара. Этим объясняется фактическое совпадение гранулометрического состава приповерхностного слоя БШ (см. на рис.1) с типичным составом буровых растворов по стандартам Американского нефтяного института (АНИ) для низкого реологического профиля, приведенном на рисунке 2 [6].

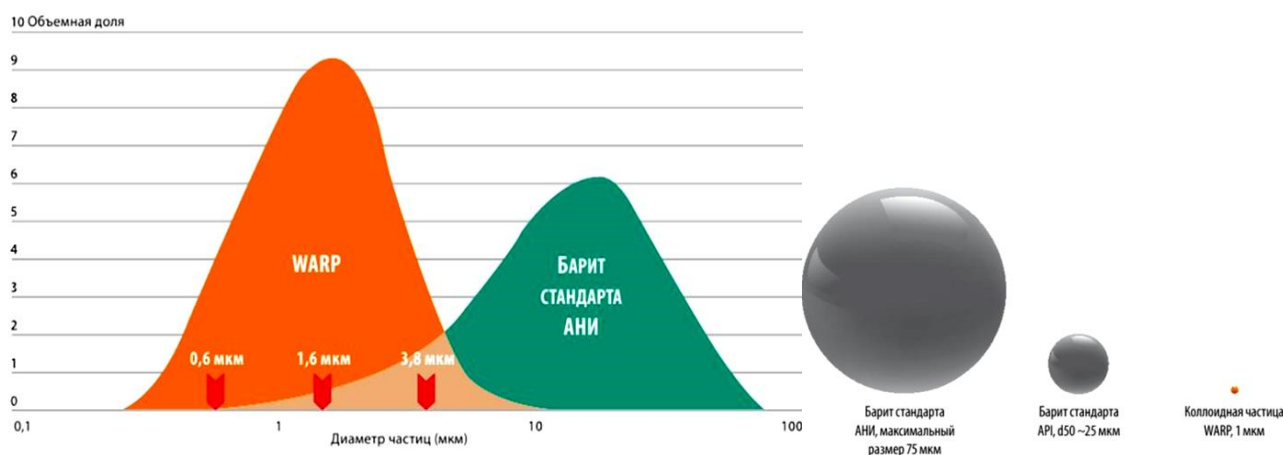


Рисунок 2 – Типичный гранулометрический состав буровых растворов WARP, производимых компанией Mi Swaco группы «Шлюмберже» (SLB: NYSE)

Вместе с тем, нельзя игнорировать вариабельность состава компонентов буровых отходов в шламонакопителях, зависящую от геологических особенностей грунтов в местах разработки месторождения. Для рассматриваемого нами способа переработки БШ в муллитовые огнеупоры особенно важно соотношение массовой доли Al_2O_3 к SiO_2 . Это необходимо для поддержания заранее заданного муллито-корундового соотношения в конечном продукте синтеза, для чего на этапе подготовки исходной смеси реагентов приходится вычислять массовую долю вносимой добавки порошка алюминия. Изменение характерного химического состава БШ, в зависимости от региона нефтедобычи, приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав (г/кг) буровых шламов в разных регионах РФ [2]

Химический элемент или вещество	Регион		
	Западная Сибирь	Субарктическая зона Западной Сибири	Северо-Европейская часть РФ
Оксид Натрия	13,2	6	-
Оксид Калия	22,9	12	23,3
Оксид Магния	25,4	11,5	-
Оксид Кальция	10,1	11	57,5
Оксид Алюминия	192	88,1	131,6
Оксид Кремния	563	310,8	176,5
Оксид Фосфора	1,6	0,4	27
Сера	0,6	4	41
Оксид титана	10,3	4,3	9,6
Оксид Марганца	1,3	0,3	1,6
Оксид железа	82,7	33,9	75,2
Никель	0,1	0,036	0,4
Цинк	0,12	0,16	0,3
Хром	0,091	0,06	0,5
Свинец	0,024	-	-
Медь	-	0,018	2,1
Стронций	0,17	0,1	0,4
Цирконий	0,19	0,08	-
Барий	0,56	7,8	-
Хлорид	0,11	0,22	-
Вода	64,7	380	258
Органика	16,9	134	149

Соотношение массовой доли (г/кг) Al_2O_3 к SiO_2 в составе буровых шламов показано на рисунке 3.

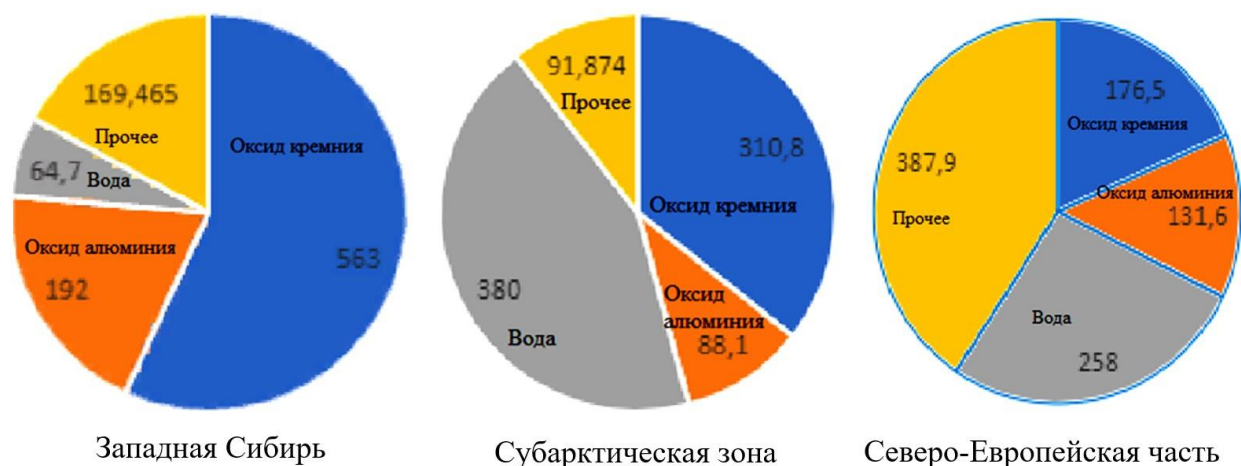
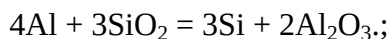


Рисунок 3 – Соотношение Al_2O_3 : SiO_2 в составе буровых шламов для различных регионов

Теория синтеза огнеупоров из бурового шлама

В основе рассматриваемых методов переработки БШ в огнеупорные материалы лежат хорошо изученные алюминотермические процессы формирования муллитовой связки при высокотемпературном спекании компонентов шихты на основе корундового наполнителя (Al_2O_3) и тонкодисперсного глинозема, в нашем случае его источниками являются бетонитовые глины ($\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) и выбуренная порода, входящие в состав БШ [4, 7]. Процесс самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) алюмосиликатных огнеупоров проходит в две стадии:

- первая стадия «восстановительная» начинается при низких температурах T_0 , но выше температуры плавления Al (легкоплавкого компонента)



- вторая «экзотермическая» стадия высокотемпературного синтеза проходит с выделением тепла и образованием конечного керамического материала на основе муллитовых структур при адиабатических температурах T_{ad} выше 1500°C



Уравнение теплового баланса для реакции образования двух конечных продуктов Al_4Si_3 и $3\text{Al}_2\text{O}_3$ можно записать в виде:

$$[h(T_{ad}) - h(T_0)]_{P1} + [h(T_{ad}) - h(T_0)]_{P2} = Q, \quad (2)$$

где: P_1 и P_2 первый и второй продукт реакции соответственно; h – энтальпия; Q – тепловой эффект в волне горения СВС.

При условии полноты протекания реакции (1) для указанного стехиометрического состава шихты можно рассчитать теоретическое значение адиабатической температуры синтеза:

$$T_{ad} = T_0 + \frac{Q_{eff}}{C^*} \quad (3)$$

$$Q_{eff} = Q - \sum_{i=0}^n L_{ph}^i \quad (4)$$

$$C^* = (T_{ad} - T_0)^{-1} \int_{T_0}^{T_{ad}} c(T) dT \quad (5)$$

где: Q – теплота образования продукта при T_0 ; C – теплоёмкость продукта; Q_{eff} – суммарный тепловой эффект реакции СВС; C^* – средневзвешенное значение теплоёмкости продуктов реакции; L_{ph}^i – теплота i -го фазового перехода в продукте при $T_{ph}^i < T_{ad}$; L_{ph} и μ_{ph} – соответственно, теплота фазового перехода и доля высокотемпературной фазы в продукте горения при $T_{ad} = T_{ph}$; n – количество фазовых переходов в интервале $T_0 < T < T_{ad}$.

Расчетная адиабатическая температура СВ-синтеза для стехиометрического состава в реакции (1), выполненная согласно уравнениям (2) – (5), составила 1727°C при условии равенства значения начальной температуры $T_0 = 660^\circ\text{C}$, что соответствует точке плавления Al.

Экспериментальные технологии переработки бурового шлама

Преимущество рассматриваемого метода переработки буровых шламов в огнеупорные материалы состоит в том, что единственной принципиально нужной добавкой является небольшое количество недорогого алюминиевого порошка, необходимого для инициирования экзотермической реакции синтеза по формуле (1), которая в соответствии с уравнениями (2)–(5) должна выходить на устойчивый и самоподдерживающийся режим горения [15]. На практике, ввиду неадиабатичности реального процесса синтеза, естественным является возникновение теплотерь при распространении волны горения в открытом пространстве, что характерно для многих методов внепечной металлургии и обычно легко компенсируется дополнительным локальным прогревом поверхности образца с помощью маломощного и мобильного

источника тепла [10, 11], такого как газопламенная или плазменная горелка с контролируемой температурой факела [13, 14]. Дополнительно при этом формируется жаропрочный поверхностный слой [8]. Учитывая все вышесказанное, нами на начальном этапе разработки экспериментальной технологии переработки БШ для синтеза муллитовых огнеупоров использовалась электропечь типа ПВК-1,6-5 с максимальной температурой нагрева 1600 °С, а в качестве добавки – порошок ПА-4 (ГОСТ 6058-73). Пробоподготовку и предварительную очистку БШ от загрязнения нефтепродуктами проводили по «сухой» технологии, основные этапы которой показаны на рисунке 4, где 1 – буровой шлам из месторождения Каменное (ХМАО-Югра); 2 – сухой порошок бурового шлама после 4 часов обработки в вакуумном сушильном шкафу ШСВ-65 при 125 °С и остаточном давлении 10 миллиметров ртутного столба; 3 – сухой порошок БШ после 10 минут механоактивации в высокоэнергетической планетарной мельнице АГО-3 в смеси с 10% добавкой клиноптилолита $(\text{Na, K, Ca})_{2-3}\text{Al}_3(\text{Al, Si})_2\text{Si}_{13}\text{O}_{36} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, сорбирующей остатки нефтепродуктов; 4 – реакционная шихта: смесь БШ и ПА-4 для приготовления шликерной массы; 5 – спеченные в печи образцы муллитовой огнеупорной керамики; справа на рис. 4 приведены графики температурных режимов синтеза в электропечи ПВК-1,6.

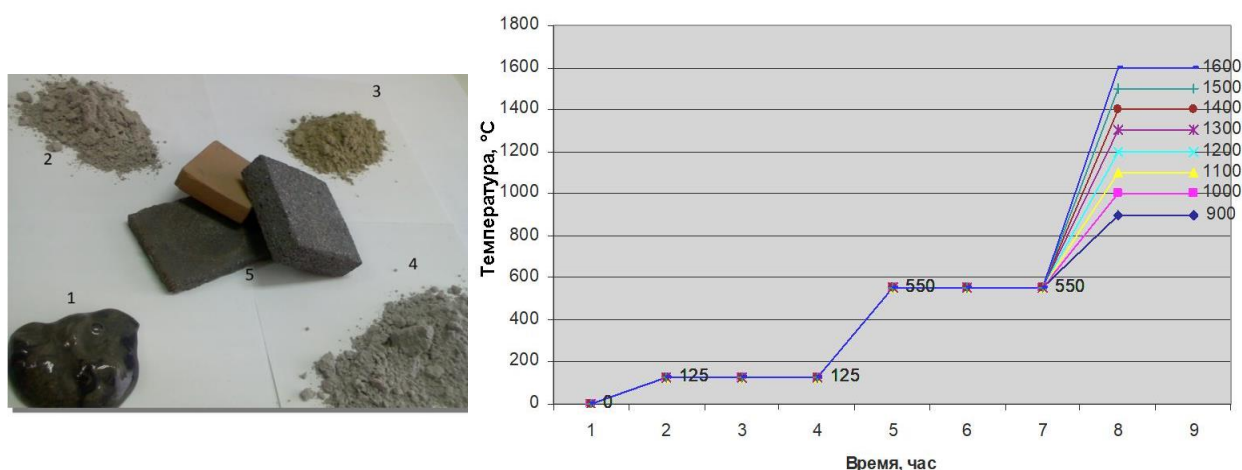


Рисунок 4 – Основные стадии переработки БШ в сухие смеси (слева) и температурные режимы нагрева в процессе сушки, отжига и синтеза огнеупора (справа)

Как было указано ранее, на температуре 125 °С производилась вакуумная сушка БШ в шкафу ШСВ-65, далее в печи ПВК-1,6 при температуре 550 °С проходил отжиг связанной воды из алюмосиликатов, а затем проходил синтез с разными начальными температурами T_0 , которые повышалась от 900 °С для первой партии до 1600 °С. По завершению последнего участка программируемого нагрева охлаждение образцов проходило в соответствии со штатным режимом охлаждения печи. На рисунке 5 показано, как с повышением температуры обжига выше 1300 °С меняется цвет спеченных образцов от коричневого до белого, что свидетельствует об интенсивном формировании муллитовых структур в материале.

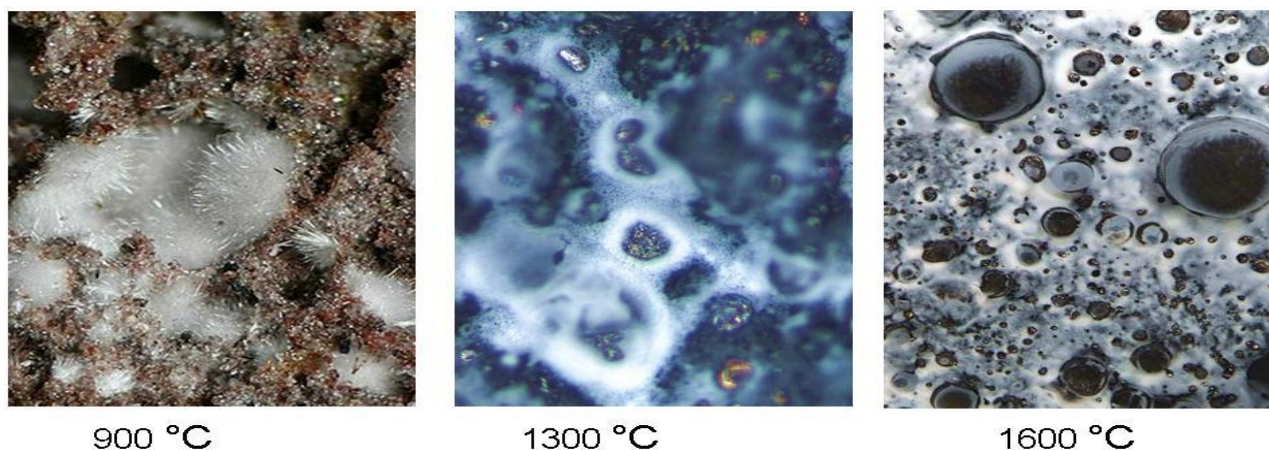


Рисунок 5 – Визуальные отличия цвета и структуры поверхности образцов огнеупорных покрытий при увеличении температуры обжига

Процессы эволюции фрагментарной структуры муллитовых огнеупорных материалов при росте температуры синтеза (а), а также результаты оптической (б) и сканирующей электронной микроскопии (в) приведены на рисунках 6–8. Детальный рентгеноструктурный анализ продуктов отражен на вставках (г).

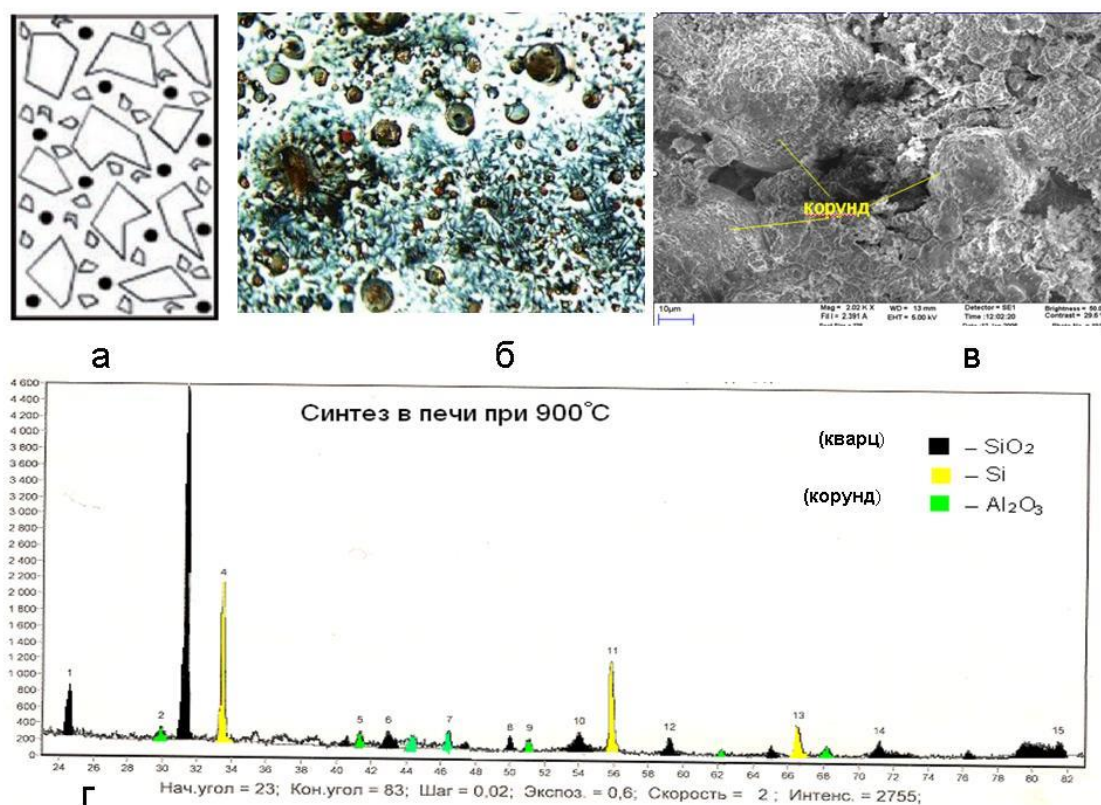


Рисунок 6 – Структура и фазовый состав огнеупора при температуре синтеза 900 °C

Для образца, полученного синтезом в печи при температуре 900 °C, характерна структура полифракционного наполнителя без керамической связки [4]. Такая структура может придавать материалу высокую термостойкость при слабой прочности и низкотехнологические свойства формовки готового изделия.

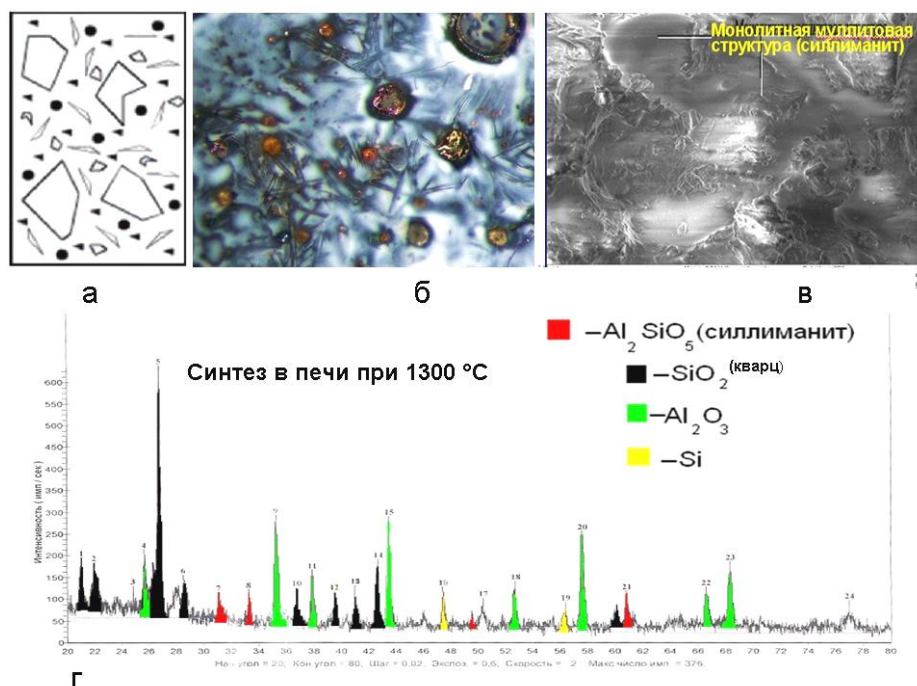


Рисунок 7 – Структура и фазовый состав огнеупора при температуре синтеза 1300 °С

На рисунке 7 можно наблюдать появление структуры и фазового состава классического муллиткорундового огнеупора, о чем говорят данные рентгеноструктурного анализа. Такой огнеупор имеет повышенный уровень термостойкости (крупные блоки) и хорошо переносит высокотемпературную деформацию («игольчатые» элементы), но при этом обладает умеренной прочностью. Одновременное наличие крупнозернистого наполнителя, в виде монолитных муллитов или корундовых зерен с размерами от 0,1 до 3,0 мм и нитевидных игольчатых кристаллов муллита длиной от 5 до 30 мкм, обеспечивает сохранность общего тугоплавкого каркаса при возникновении термонапряжений, а распространение трещин в мелкозернистой керамической связке будет останавливаться на границах крупных зерен и пор.

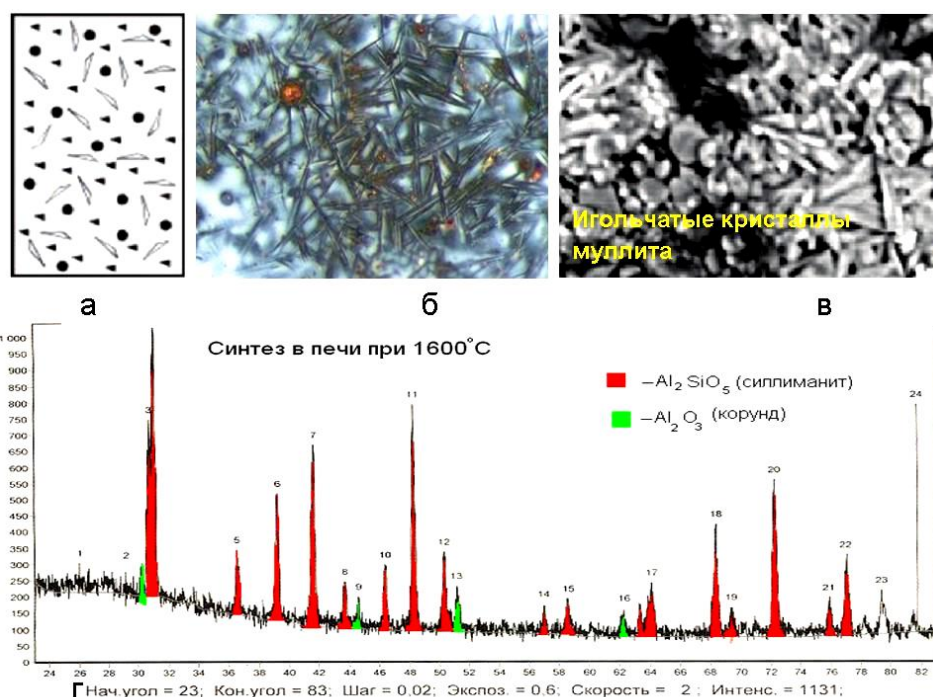


Рисунок 8 – Структура и фазовый состав огнеупора при температуре синтеза 1600 °С

На рисунке 8 можно наблюдать появление «игольчатой» структуры керамической связки муллитокорундового состава, о чем говорят данные рентгеноструктурного анализа. Это позволяет сделать вывод о повышенной прочности и снижении влияния на материал высокотемпературных деформаций при возможном анизотропном уменьшении термостойкости.

В результате исследований структуры и фазового состава огнеупоров, полученных методом СВС из БШ, путем введения добавки Al было показано, что при изменении режима термохимической обработки T_0 от 900°C до 1600°C наблюдается эволюция микроструктуры от «рыхлой» блочной системы полифракционных зерен муллита или корунда до мелкозернистой «игольчатой» структуры муллита, которая будет способствовать уменьшению прочности связи между зернами наполнителя и кристаллами керамической связки. С точки зрения жаропрочности, наилучшим является «промежуточная» структура огнеупора, мелкие «игольчатые» частицы которого будут располагаться вместе с керамической связкой между крупными зернами [19]. Если ставить целью достижения наивысших значений термостойкости, то выбор состава шихты необходимо осуществлять по диаграмме состояния системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ [12], приведенной на рисунке 9.

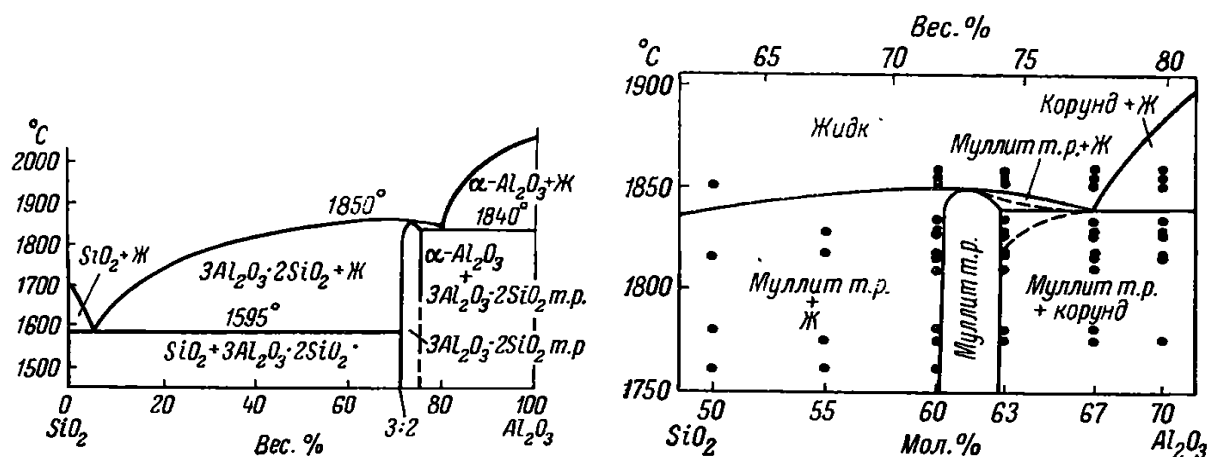


Рисунок 9 – Диаграмма состояния системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$ (слева) и область диаграммы для соотношения химического состава от $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ до $2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ (справа) [12]

Согласно диаграмме состояния на рис. 9, образующийся муллит характеризуется конгруэнтным плавлением и кристаллизацией расплавов, при этом температура эвтектики между корундом и твердыми растворами муллита при содержании 79 мас. % Al_2O_3 составляет 1850 °C.

Важную особенность такого взаимодействия отражают кривые плавления, приведенные на рисунке 10 [4].

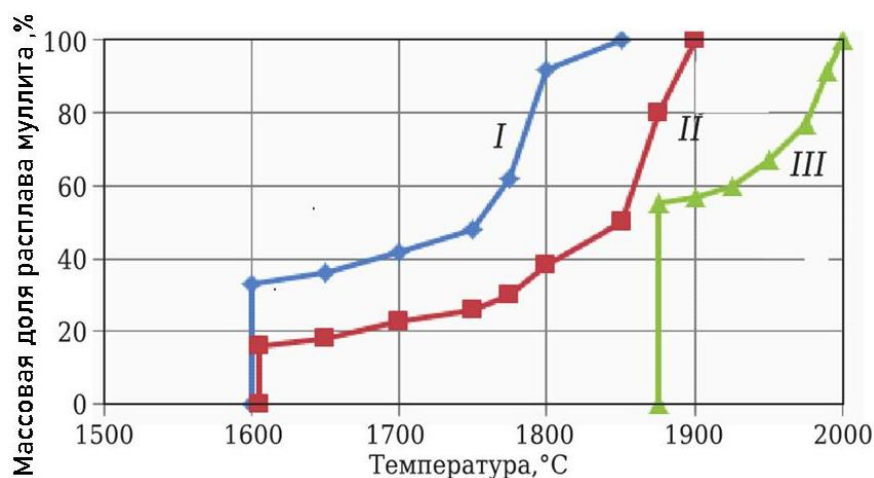


Рисунок 10 – Кривые плавления различных типов муллитов [4], в зависимости от стехиометрического соотношения $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$, равного 1 : 1 (I), 6 : 4 (II) и 9 : 1 (III)

При содержании корунда более 75,0% массовой доли в таких материалах жидкая фаза не должна появляться до 1850 °С, а следовательно такие огнеупоры могут обеспечивать большую устойчивость к высокотемпературным деформациям [20].

На рисунке 11 показаны некоторые экспериментальные образцы формованных огнеупорных изделий, полученных переработкой БШ в муллитокорундовую высокотемпературную и жаропрочную керамику.



Рисунок 11 – Образцы огнеупоров, полученные методом СВ-синтеза из БШ

Видно, что исходная шликерная масса у всех представленных образцов спеченных огнеупоров обладает хорошими технологическими свойствами для формовки готовых изделий.

Заключение и выводы

В ходе проведения исследования было замечено, что теоретически максимальное значение адиабатической температура СВ-синтеза 1730°С действительно наблюдается при добавлении массовой доли алюминия к содержащемуся в шихте диоксиду кремния в соотношении $Al : SiO_2 = 1 : 1.85$. Это согласуется с результатами, приведенными в работе [12], но изменчивость состава БШ не позволяет заранее однозначно определить конечный состав продуктов синтеза и его отклонение от стехиометрии (1), а поэтому необходимы экспериментальные исследования по выбору оптимального состава шихты для каждого «регионального» БШ с последующим анализом свойств получаемых продуктов и температурной диагностикой устойчивости процесса СВС [13–18].

В целом, можно сформулировать следующие основные выводы работы:

1. Экспериментально показана возможность переработки БШ в формованные и неформованные огнеупоры с высокими эксплуатационными показателями жаростойкости и жаропрочности [19–20].

2. Анализ микроструктуры полученных муллитов выявил зависимость их фазового состава при изменении режима термохимической обработки T_0 от 900 °С до 1600 °С. Наиболее оптимальным термическим режимом следует считать 1300 °С для соотношения $Al_2O_3 : SiO_2$, равного 6:4.

3. В результате электронно-микроскопических исследований системы $Al_2O_3 - SiO_2$ установлено наличие трех характерных микроструктур, формирующихся по мере возрастания температуры спекания, вблизи 900 °С, 1300 °С и 1600 °С соответственно. Наименьшее влияние деформационных процессов характерно для микроструктур, спеченных при 1300 °С [19, 21].

Литература

1. Булатов, А. И. Охрана окружающей среды в нефтегазовой промышленности / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, В. Ю. Шеметов. – Москва : Издательство «Недра», 1997. – 483 с. – EDN XSDQJZ. – Текст : непосредственный.
2. Оценка свойств отходов бурения скважин для выбора технологии их утилизации / Е. В. Голубев, О. Ю. Митрошин, Т. А. Бастракова, Н. С. Третьякова. – Текст : непосредственный. – Текст : непосредственный // Естественные и технические науки. – 2011. – № 1(51). – С. 133-139. – EDN NDFAYT.
3. Солодовников, А. Ю. Опыт утилизации отходов бурения в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре / А. Ю. Солодовников, А. В. Соромотин. – Текст : непосредственный // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 12. – С. 44-48. – EDN UYHJYP.
4. Mullite-Corundum Materials Based on Mullite Binder Resistant to High-Temperature Deformation / P. M. Pletnev, V. M. Pogrebenkov, V. I. Vereshchagin, D. S. Tyul'kin // Refractories and Industrial Ceramics. – 2018. – Vol. 58. – No 6. – P. 618-625. – DOI 10.1007/s11148-018-0156-x. – EDN XXYMDB.
5. Васильев, Е. А. О повышении эффективности геодезических исследований динамики оползневых склонов / Е. А. Васильев, Ю. П. Гуляев, О. Г. Павловская. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2010. – № 9. – С. 6-9. – EDN SNGDMR.
6. Руководство по буровым растворам для инженеров-технологов: Редакция 2.1. — Mi Swaco, 2009. – 100 с.
7. Плетнев, П. М. Физико-химические принципы получения огнеупоров для производства технической керамики / П. М. Плетнев, Д. С. Тюлькин. – Текст : непосредственный // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(36). – С. 21-26. – EDN VSCXAZ.
8. The Structure and Characteristics of Wear-Resistant Coatings, Obtained by Supersonic Plasma Spraying / V. Kuzmin, I. Gulyaev, D. Sergachev [et al.] // Key Engineering Materials. – 2022. – Vol. 910 KEM. – P. 1087-1095. – DOI 10.4028/p-nlfkoz. – EDN MZZIVV.
9. Моделирование фрактальных структур упаковок порошковых СВС-материалов / П. Ю. Гуляев, А. В. Долматов, И. В. Милукова [и др.]. – Текст : непосредственный // Ползуновский альманах. – 2007. – № 3. – С. 39-41. – EDN PBBHWH.
10. Солоненко, О. П. Плазменная обработка и напыление порошков оксидов металлов, состоящих из полых сфер / О. П. Солоненко, И. П. Гуляев, А. В. Смирнов. – Текст : непосредственный // Письма в Журнал технической физики. – 2008. – Т. 34. – № 24. – С. 22-27. – EDN RCVBKD.
11. Экспериментальное исследование характеристик топливных струй / А. Е. Свистула, Д. Д. Матиевский, П. Ю. Гуляев, А. В. Еськов. – Текст: непосредственный // Двигателестроение. – 1999. – № 1. – С. 29-31.
12. Revised Phase Diagram for the System $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—SiO}_2$ / S. Aramaki, R. Roy // J. Am. Ceram. Soc. – 1962. – Vol. 45 (5). – P. 229-242. – DOI 10.1111/j.1151-2916.1962.tb11133.x
13. Долматов, А. В. Спектральный пирометр для контроля температуры в процессах термосинтеза / А. В. Долматов, И. П. Гуляев, Р. Р. Имамов. – Текст : непосредственный // Вестник Югорского государственного университета. – 2014. – № 2(33). – С. 32-42. – EDN SYJYXV.
14. Dolmatov, A. V. Thermal imaging complex with tracking function for joint research of microheterogeneous processes and macrokinetics of SHS phenomenon / A. V. Dolmatov, P. Y. Gulyaev // Journal of Physics: Conference Series : The International Conference "Information Technologies in Business and Industry", Novosibirsk, 18–20 февраля 2019 года. – IOP Publishing: IOP Publishing, 2019. – P. 062006. – DOI 10.1088/1742-6596/1333/6/062006. – EDN YKZLNK.

15. Criteria for spin instability based on the node distribution in Trace-transform of the SHS combustion wave chronogram / A. Grigoryevskaya, V. Jordan, I. Shmakov, P. Gulyaev // Journal of Physics: Conference Series : 6, Samara, 26–29 мая 2020 года. – Samara, 2021. – P. 012065. – DOI 10.1088/1742-6596/1745/1/012065. – EDN HAEBNE.
16. Dolmatov, A. V. Investigation of structure formation in thin films / A. V. Dolmatov, I. V. Milyukova, P. Y. Gulyaev // Journal of Physics: Conference Series, Saint Petersburg, 14–16 мая 2019 года. – Saint Petersburg: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012010. – DOI 10.1088/1742-6596/1281/1/012010. – EDN AVCCTJ.
17. Гуляев, П. Ю. Байесовское восстановление цвета цифровых изображений / П. Ю. Гуляев, Ю. П. Гуляев, А. В. Долматов. – Текст: непосредственный // Вестник СГУГиТ. – 1997. – № 2. – С. 114-115.
18. Boronenko, M. High-speed visualization of combustion synthesis discrete reaction waves: Coherent heat microstructures / M. Boronenko, P. Gulyaev, A. Dolmatov // Journal of Physics: Conference Series, Tomsk, 16–22 сентября 2018 года. – Tomsk: Institute of Physics Publishing, 2018. – P. 042021. – DOI 10.1088/1742-6596/1115/4/042021. – EDN EAWOAN.
19. Kapustin, R. D. Refractory and heat-insulating materials based on aluminosilicate SHS compositions / R. D. Kapustin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Chernogolovka, 23–26 октября 2018 года. – Chernogolovka: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012016. – DOI 10.1088/1757-899X/558/1/012016. – EDN FSGPHY.
20. Kapustin, R. D. Effect of Additives on Physicomechanical Properties of High-Strength AS-Materials / R. D. Kapustin, E. S. Moizis // Refractories and Industrial Ceramics. – 2019. – Vol. 60. – No 1. – P. 43-45. – DOI 10.1007/s11148-019-00306-0. – EDN KIPLZN.
21. Гуляев, Ю. П. Анализ подходов к обоснованию точности наблюдений за деформационными процессами / Ю. П. Гуляев. – Текст : непосредственный // Геодезия и картография. – 2007. – № 8. – С. 11-16. – EDN KWEJFJ.

**ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ, СТРУКТУРА И СВОЙСТВА
ТВЁРДЫХ РАСТВОРОВ $V_2-\delta Me_{0,02}O_3$**

Кузнецова Юлия Вадимовна

кандидат технических наук,

*доцент кафедры безопасности жизнедеятельности
БУ ВО «Сургутский государственный университет»*

Сургут, Россия

E-mail: kuznecova_yv@surgu.ru

Лях Ольга Владимировна

кандидат технических наук,

доцент кафедры физики

ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»

Омск, Россия

E-mail: ljach@mail.ru

Предмет исследования: в статье представлены исследования свойств твёрдых растворов $V_2-\delta Me_{0,02}O_3$ в области фазового перехода металл – диэлектрик.

Цель исследования: получить температурные зависимости физических параметров (теплоёмкость, электросопротивление, магнитная восприимчивость) образцов состава $V_2-\delta Me_{0,02}O_3$ в диапазоне 60–400 К; определить влияние концентрации ванадия и типа легирующего элемента на параметры фазового перехода и параметры энергетического спектра кристаллической решетки.

Методы и объекты исследования: объектами исследования явились твёрдые растворы на основе оксида ванадия V_2O_3 , легированные алюминием, железом, хромом. Легирование использовалось для регулирования и стабилизации параметров фазового перехода V_2O_3 . Температура фазового перехода определялась по данным измерений температурных зависимостей теплоемкости, электросопротивления и магнитной восприимчивости.

Основные результаты исследования: в ходе экспериментальных исследований установлено, что температуры фазовых переходов металл – диэлектрик, определённые разными методами, близки по своим значениям. Получены зависимости температуры фазового перехода от параметров кристаллической решётки, изменения магнитной восприимчивости для чистого и легированного оксида ванадия, а также зависимости температуры перехода и скачка электросопротивления от температуры Дебая. По температурным зависимостям магнитной восприимчивости, электросопротивления и теплоёмкости установлено влияние легирующих металлов и концентрации ванадия на свойства исследуемых образцов в области фазового перехода.

Ключевые слова: оксид ванадия (III), легирование, параметры ячейки, электросопротивление, фазовый переход, магнитная восприимчивость, теплоёмкость, твёрдые растворы.

**PHASE TRANSITIONS, STRUCTURE AND PROPERTIES
OF SOLID SOLUTIONS $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$**

Yuliya V. Kuznetsova

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Life Safety Department
Surgut State University
Surgut, Russia
E-mail: kuznecova_yv@surgu.ru*

Olga V. Lyakh

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Physics
Omsk State Technical University
Omsk, Russia
E-mail: ljach@mail.ru*

Subject of research: the article presents studies of the properties of solid solutions $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$ in the metal–dielectric phase transition region.

Purpose of research: to obtain temperature dependences of physical parameters (heat capacity, electrical resistance, magnetic susceptibility) of samples of the composition $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$ in the range of 60–400 K; to determine the effect of vanadium concentration and the type of alloying element on the parameters of the phase transition and the parameters of the energy spectrum of the crystal lattice.

Methods and objects of research: the objects of research were solid solutions based on vanadium oxide V_2O_3 , alloyed with aluminum, iron, chromium. Doping was used to regulate and stabilize the parameters of the V_2O_3 phase transition. The temperature of the phase transition was determined by measuring the temperature dependences of heat capacity, electrical resistance and magnetic susceptibility.

Main results of research: in the course of experimental studies, it was found that the temperatures of metal–dielectric phase transitions determined by different methods are close in their values. The dependences of the phase transition temperature on the parameters of the crystal lattice, changes in magnetic susceptibility for pure and doped vanadium oxide, as well as the dependence of the transition temperature and the electrical resistivity jump on the Debye temperature are obtained. The influence of alloying metals and vanadium concentration on the properties of the studied samples in the phase transition region was determined by the temperature dependences of magnetic susceptibility, electrical resistance and heat capacity.

Keywords: vanadium(III) oxide, alloying, cell parameters, electrical resistance, phase transition, magnetic susceptibility, heat capacity, solid solutions.

Введение

Твёрдые растворы на основе оксида ванадия V_2O_3 испытывают фазовый переход металл – диэлектрик (ФПМД) при температурах, близких к 340 К. Поскольку технология получения материалов относительно проста, а температура перехода $T_{мп}$ лежит в области удобной для практического применения, данные соединения широко используются в технических устройствах (ограничители тока, термисторы, тепловые реле и устройства автоматического управления), а также в качестве датчиков температуры в каротажных автономных акустических приборах, предназначенных для геофизического исследования нефтяных скважин [1]. На основе оксидов ванадия возможен синтез тонкопленочного интерферометра, используе-

мого как обратимая среда для записи голограмм, и модулятора инфракрасного излучения, что представляет собой определённый практический интерес.

Для стабилизации свойств данных соединений, которые зависят от ряда физико-химических и технологических факторов, проводят легирование V_2O_3 переходными металлами.

Были проведены углубленные исследования физических свойств оксида ванадия с составом, близким к стехиометрическому, и некоторых соединений состава $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$. Таким образом, данные материалы являются наиболее «простыми» объектами, имеющими фазовый переход металл – полупроводник, и их комплексное исследование наиболее целесообразно с научной и практической точки зрения.

В настоящее время, несмотря на большое количество исследований по этой тематике, обсуждается вопрос о моделях, адекватно описывающих природу фазового перехода в V_2O_3 , т. к. имеющиеся материалы результатов исследований свойств твердых растворов на основе V_2O_3 дают противоречивые сведения. Например, температура ФПМД может различаться на несколько градусов, несмотря на то, что исследования проводились для образцов, одинаковых по своему составу. Модели Мотта или Пайерлса наиболее часто используются для описания ФПМД [2, 3].

Результаты и обсуждение

Растворяя в пятиокиси ванадия необходимые навески железа, алюминия или хрома, получали материалы первоначального состава $V_{1,98}Me_{0,02}O_5$, из которого методом [4] синтезировались образцы системы $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$, где Me – это Fe, Cr, Al. Температура синтеза варьировалась от 970 до 1320 К, время синтеза 4–6 часов, давление водорода поддерживалось близким к атмосферному ($\sim 10^5$ Па). Фазовый, элементный состав и рентгеноструктурный анализ определялся на дифрактометрах марки Shimadzu Maxima_X XRD-7000 и ДРОН 4М.

Температуры ФПМД определялись по данным измерений температурных зависимостей теплоемкости, электросопротивления и магнитной восприимчивости и представлены в таблице 1 [5]. Как видно, T_{MD} для одного состава, определённые по разным зависимостям, несколько отличаются друг от друга и зависят от концентрации ванадия и легирующего элемента в образце.

Таблица 1

Температуры фазового перехода металл-диэлектрик, определенные по данным теплоемкости (T_c), электросопротивления (T_p) и магнитной восприимчивости (T_χ)

Соединение $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$	Температура фазового перехода T_{MD} , К		
	T_c	T_p	T_χ
$V_{1,973}Fe_{0,02}O_3$	164,2	165	164
$V_{1,954}Fe_{0,02}O_3$	161,8	163	162
$V_{1,929}Fe_{0,02}O_3$	161,0	162	162
$V_{1,973}Cr_{0,02}O_3$	164,9	165	162
$V_{1,954}Cr_{0,02}O_3$	164,1	165	166
$V_{1,929}Cr_{0,02}O_3$	163,2	164	165
$V_{1,973}Al_{0,02}O_3$	174,1	174	175
$V_{1,9954}Al_{0,02}O_3$	168,2	169	170
$V_{1,929}Al_{0,02}O_3$	166,1	168	169

Разница в значениях температур фазового перехода T_c , T_p и T_χ объясняется, в первую очередь, неоднородностью материала по составу и выбором способов определения указанных температур.

Причину изменения температуры фазового перехода T_{MD} с изменением состава материала можно объяснить следующим образом. При температурах ниже температуры перехода кристаллическая решётка является моноклинной. При температурах выше T_{MD} кристалличе-

ская решётка – гексагональная, т. е. изменяется симметрия кристаллической решетки. При изотермическом процессе внутренняя энергия решетки не изменяется, но внутренние силы, силы межмолекулярного (межатомного) взаимодействия, совершают работу. Изменения в размере взаимодействия влияют на работу, выполняемую внутренними силами во время фазового перехода, тем самым влияя на температуру перехода.

При изменении концентрации ванадия в материале наблюдаются искажения кристаллической решетки, что аналогично увеличению внешнего давления, и, следовательно, приводит к уменьшению температуры $T_{\text{МД}}$ [5]. О влиянии внешнего давления на температуру ФПМД говорится в [1] и подтверждается нашими исследованиями. В зависимости от атомных радиусов легирующих элементов, температура перехода может как уменьшаться, так и увеличиваться. Температура перехода в чистой трёхокси ванадия V_2O_3 с изменением концентрации ванадия уменьшается. Легирование железом понижает $T_{\text{МД}}$ [6]. Таким образом, чем меньше концентрация ванадия, тем ниже $T_{\text{МД}}$.

Температура фазового перехода для соединений $V_{2-x}Cr_xO_3$ стехиометрического состава, согласно [5], возрастает с увеличением x . Однако в ходе наших исследований материалов этой системы температура перехода уменьшается. Объясняется это тем, что изученные нами материалы существенно нестехиометричны. Данное наблюдение характерно и для материалов, легированных железом.

Заметный рост $T_{\text{МД}}$ свойственен легированному алюминием V_2O_3 , о чём свидетельствуют экспериментальные данные (таблица 1). Температура перехода уменьшается с увеличением отклонения состава материала от стехиометрического.

Легирование материалов приводит к изменению параметров кристаллической решетки [7]. На рисунке 1 представлены зависимости температуры фазового перехода от параметров решётки исследуемых образцов (от соотношения « c/a »). Хорошим подтверждением справедливости модели Мотта [2] для образцов системы $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$ служит тот факт, что температура фазового перехода понижается с увеличением отношения « c/a ».

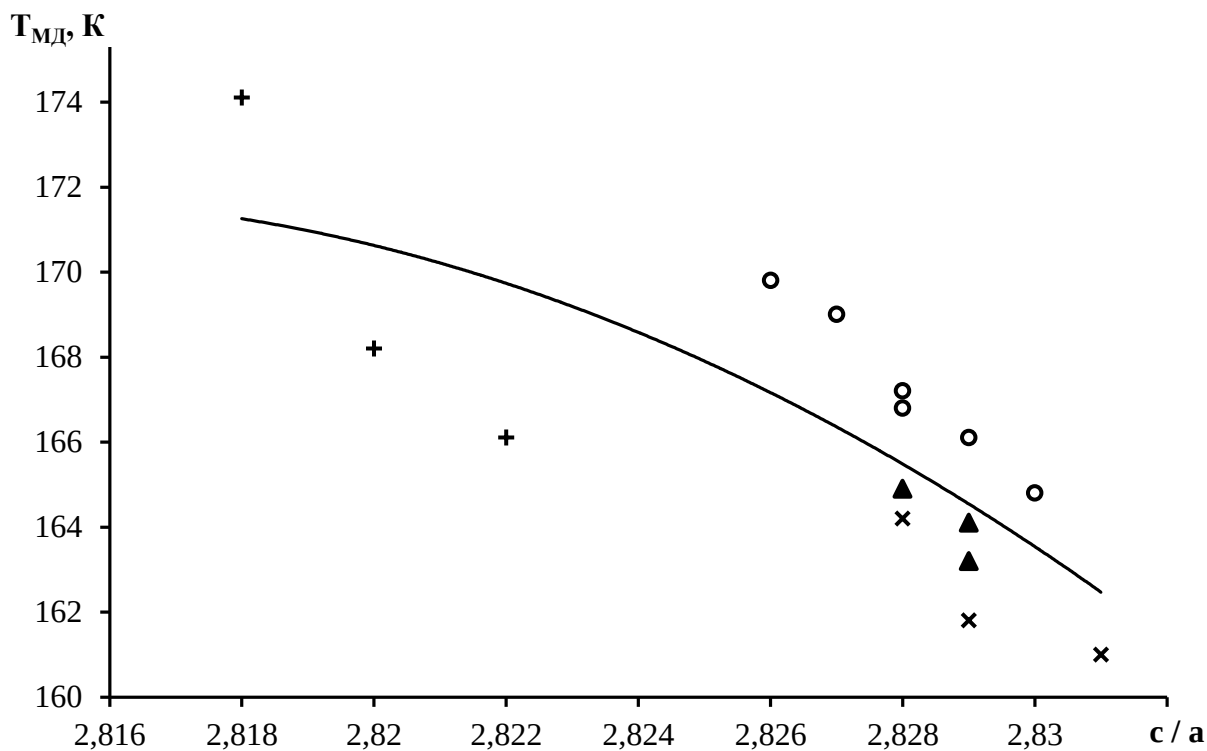


Рисунок 1 – Зависимость температуры фазового перехода от параметров кристаллической решетки для соединений $V_{2-\delta}O_3$ (○), $V_{2-\delta}Al_{0,02}O_3$ (+), $V_{2-\delta}Fe_{0,02}O_3$ (x), $V_{2-\delta}Cr_{0,02}O_3$ (▲)

Легирование V_2O_3 ведёт к изменению параметров, определяющих магнитные свойства материала. Измерение магнитной восприимчивости проводилось методом Фарадея в диапазоне температур 80–300 К. За эталон принималась чистая платина [8]. Погрешность измерений не превышала 6%.

Зависимость температуры T_{MD} от изменения магнитной восприимчивости $\Delta\chi$ для чистого и легированного V_2O_3 представлена на рисунке 2. Для всех изученных материалов на температурной зависимости магнитной восприимчивости в области фазового перехода наблюдается скачок $\Delta\chi$, что связано с плотностью электронных состояний вблизи уровня Ферми [5].

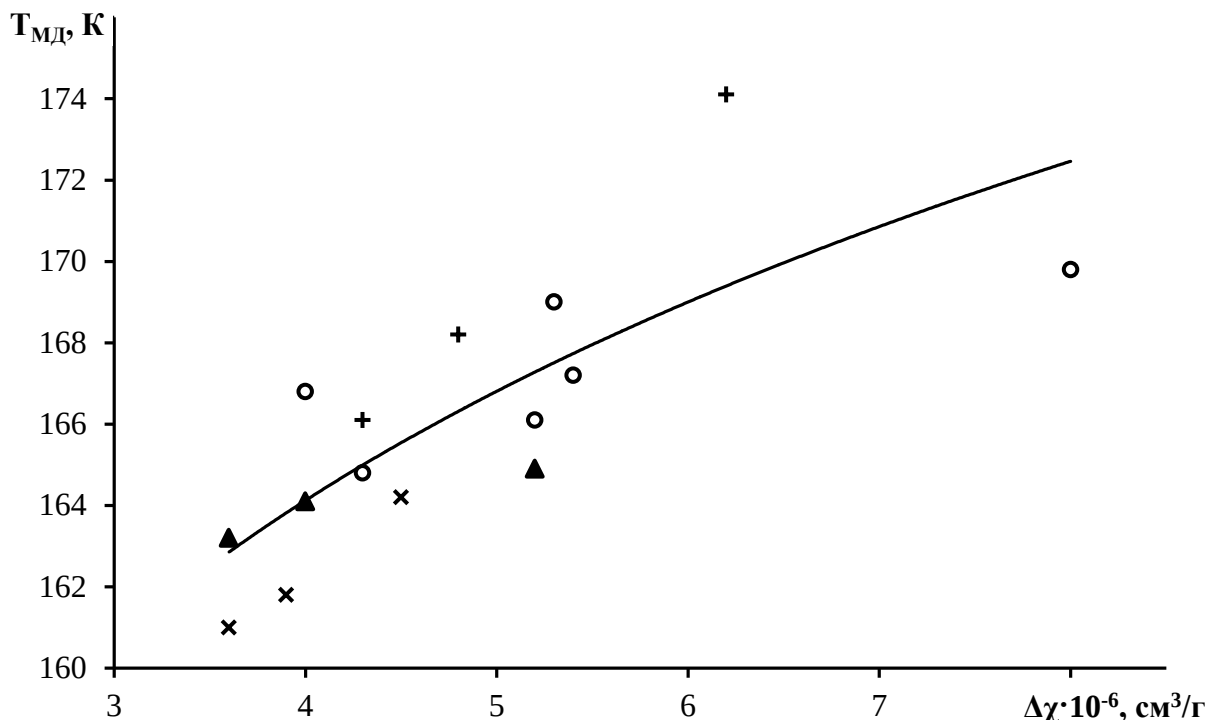


Рисунок 2 – Зависимость температуры фазового перехода от изменения магнитной восприимчивости $\Delta\chi$ для соединений $V_{2+\delta}O_3$ (о), $V_{2-\delta}Al_{0,02}O_3$ (+), $V_{2-\delta}Fe_{0,02}O_3$ (x), $V_{2-\delta}Cr_{0,02}O_3$ (▲)

Температурная зависимость теплоемкости исследуемых соединений определялась с помощью вакуумного адиабатического калориметра типа Стрелкова. Градуировка установки проводилась путем сравнения измеряемых значений теплоемкости с эталоном (медь электролитическая). Основная погрешность измерения связана с возможными нарушениями адиабатического режима эксперимента и не превышала 1% [9].

Экспериментальные данные по теплоемкости для всех соединений показывают, что теплоемкость растет с увеличением температуры. Для соединения стехиометрического состава при соответствующих температурах теплоемкость принимает наименьшие значения. Стоит отметить, что чем больше отклонение от стехиометрического состава, тем больше возрастает теплоемкость [5]. В пределах области стехиометрического состава ($V_{2,000}O_3$) образец обладает наибольшей температурой фазового перехода ФПМД – 169,8 К. Изменение содержания ванадия в образцах приводит к уменьшению T_{MD} . Например, для $V_{1,949}O_3$ температура перехода 164,8 К.

При введении в состав образца легирующих элементов значения теплоемкостей при температурах ниже T_{MD} могут отличаться друг от друга в пределах от 0 до ~ 20%, но с повышением температуры разница в теплоемкостях нивелируется [9].

Для образцов $V_{1,973}Fe_{0,02}O_3$ и $V_{1,973}Cr_{0,02}O_3$ температура фазового перехода 164,2 К и 169,4 К соответственно, т. е. легирование Fe и Cr понижает температуру фазового перехода. Для образцов, содержащих алюминий T_{MD} , наоборот, повышается (для $V_{1,973}Al_{0,02}O_3$ T_{MD} ~ 174,1 К). Уменьшение температуры фазового перехода свойственно для всех серий $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$.

Из экспериментальных данных по теплоемкости получены дополнительные сведения о параметрах электронного и фононного спектров (таблица 2).

Таблица 2

Температура Дебая Θ_D , изменение энтропии ΔS , коэффициент электронной теплоемкости γ , скачок электросопротивления $\Delta \lg(R/R_0)$ для соединений $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$

Соединение $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$	Θ_D , К	ΔS , Дж/(моль·К)	γ , 10^{-4} Дж/(моль·К ²)	$\Delta \lg(R/R_0)$
$V_{1,973}Fe_{0,02}O_3$	590	10,0	122	4,2
$V_{1,954}Fe_{0,02}O_3$	580	9,8	121	3,8
$V_{1,929}Fe_{0,02}O_3$	570	9,6	120	3,4
$V_{1,973}Cr_{0,02}O_3$	610	9,8	119	5,0
$V_{1,954}Cr_{0,02}O_3$	600	11,0	133	4,4
$V_{1,929}Cr_{0,02}O_3$	590	10,5	129	3,8
$V_{1,973}Al_{0,02}O_3$	620	9,7	111	4,4
$V_{1,9954}Al_{0,02}O_3$	610	9,5	113	4,0
$V_{1,929}Al_{0,02}O_3$	610	9,5	114	3,8

По изменению энтропии фазового перехода определён коэффициент электронной теплоёмкости γ [10], который принимает достаточно высокие значения. Таким образом, плотности состояний имеют узкие и высокие пики в d-зоне. Таким образом, для соединений $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$ характерно сильное электрон-фононное взаимодействие [11]. Но для исследуемых соединений V_2O_3 и $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$ не удаётся установить общие закономерности для температуры T_{MD} и плотности электронных состояний вблизи уровня Ферми.

Для исследуемых образцов температура фазового перехода увеличивается с увеличением температуры Дебая (рис. 3).

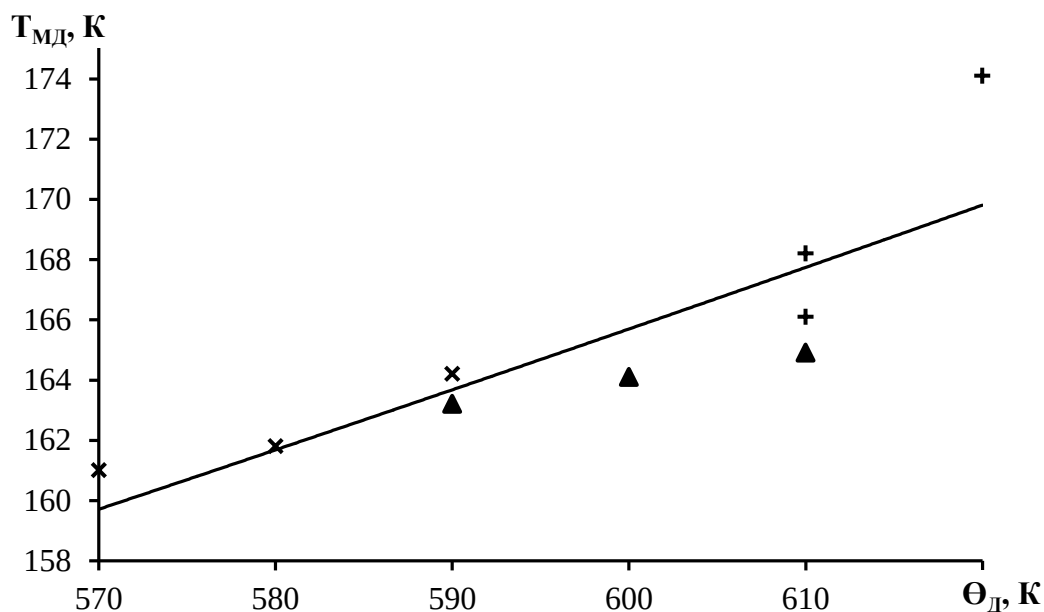


Рисунок 3 – Зависимость температуры фазового перехода от температуры Дебая (Θ_D) для соединений $V_{2\pm\delta}O_3$ (о), $V_{2-\delta}Al_{0,02}O_3$ (+), $V_{2-\delta}Fe_{0,02}O_3$ (x), $V_{2-\delta}Cr_{0,02}O_3$ (\blacktriangle)

Температура Дебая Θ_D рассчитывается по формуле:

$$\hbar\omega_0 = k \cdot \Theta_D,$$

где ω_0 – максимальная граничная частота фононного спектра в модели Дебая. Таким образом, вышесказанное подтверждает возможность привлечения модели Пайерлса [3] к описанию фазового перехода металл – диэлектрик в соединениях $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$.

Исследование электросопротивления проводилось на образцах, изготовленных в виде прессованных таблеток [5, 7]. То есть о надежном определении абсолютных значений электросопротивления R говорить не приходится. В этом случае для сравнительного анализа оптимально использовать относительные значения электросопротивления R/R_0 , где R_0 – сопротивление материала при температуре $T_0 = 273$ К.

Значения температуры фазового перехода T_{MD} , в области которого для исследуемых материалов на зависимостях $R/R_0(T)$ наблюдается скачок, зависят от глубины вакуума в измерительной ячейке. Ширина интервала фазового перехода $\Delta T'$ в значительной степени зависит от способа синтеза материала. Для составов, близких к стехиометрическому составу, ширина перехода порядка 6–8 К. При отклонении от стехиометрии $\Delta T'$ увеличивается.

Исследуемые образцы представляют собой совокупность множества мельчайших частиц с конечными геометрическими размерами, в ходе синтеза которых атомы кислорода в первую очередь взаимодействуют с поверхностью частиц, и лишь потом проникают вглубь материала. То есть отдельная частица – это не однородное по составу образование, что приводит к размытию фазового перехода. Вследствие этого были выбраны правила определения T_{MD} из данных по электропроводности, как температуры, соответствующей значению температуры на середине температурного интервала $\Delta T'$. Погрешность определения температуры не превышала 3 К.

Образец стехиометрического состава V_2O_3 имеет величину скачка сопротивления около 9 порядков, температура фазового перехода ~ 171 К. С изменением содержания ванадия в оксиде T_{MD} уменьшается. Для образцов, легированных Fe и Cr, температура перехода уменьшается до 162 К, а для легированных алюминием – увеличивает до 174 К.

При фазовом переходе металл – диэлектрик на величину скачка электросопротивления $\Delta \lg(R/R_0)$ соединений ванадия значительно влияет легирование атомами переходных металлов. В таблице 2 приведены полученные экспериментально значения скачка электросопротивления $\Delta \lg(R/R_0)$ для соединений $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$. Зависимости $\Delta \lg(R/R_0)$ от содержания ванадия в исследуемых материалах (рис. 4) являются линейными и описываются следующими уравнениями:

- для $V_{2-\delta}Fe_{0,02}O_3$: $\Delta \lg(R/R_0) = 4,7 - 18,2 \cdot \delta$,
- для $V_{2-\delta}Al_{0,02}O_3$: $\Delta \lg(R/R_0) = 4,8 - 13,6 \cdot \delta$,
- для $V_{2-\delta}Cr_{0,02}O_3$: $\Delta \lg(R/R_0) = 5,7 - 27,3 \cdot \delta$.

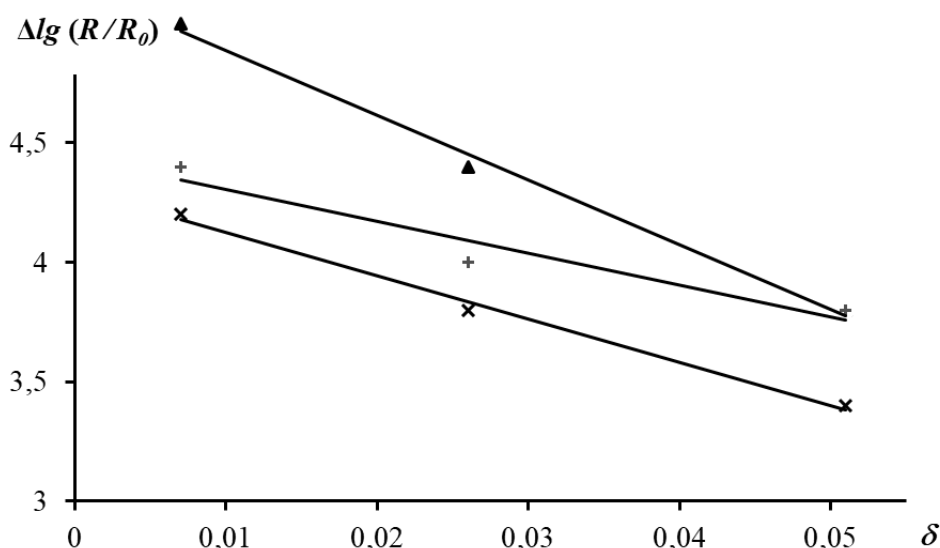


Рисунок 4 – Зависимость скачка электрического сопротивления от содержания ванадия в материале для соединений: $V_{2-\delta}Fe_{0,02}O_3$ (x), $V_{2-\delta}Al_{0,02}O_3$ (+), $V_{2-\delta}Cr_{0,02}O_3$ (▲)

Для всех серий растворов $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$ с ростом температуры Дебая характерно увеличение скачка электросопротивления $\Delta \lg(R/R_0)$ (рис. 5). Полученные экспериментальные результаты не позволяют сделать более детальное количественное описание закономерности,

но можно говорить об использовании модели Пайерлса для описания ФПМД и в легированных системах трехокси.

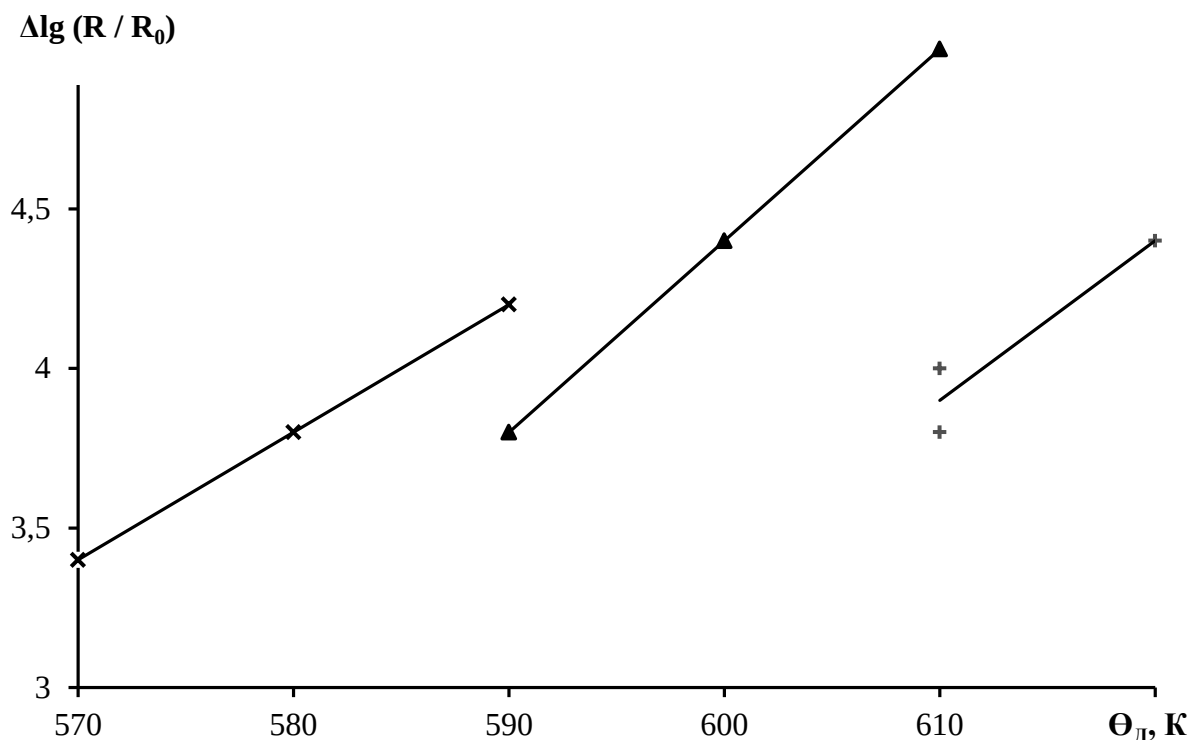


Рисунок 5 – Зависимость скачка электрического сопротивления от температуры Дебая в материале для соединений: $V_{2-\delta}Fe_{0,02}O_3$ (x), $V_{2-\delta}Al_{0,02}O_3$ (+), $V_{2-\delta}Cr_{0,02}O_3$ (▲)

Заключение и выводы

В ходе исследования свойств оксида ванадия с составом, близким к стехиометрическому, и соединений с составом $V_{2-\delta}Me_8O_3$ установлено, что температуры фазовых переходов металл – диэлектрик, определённые по данным измерений теплоёмкости, электросопротивления и магнитной восприимчивости, близки по своим значениям. Максимальная температура перехода у соединения $V_{1,973}Al_{0,02}O_3$. Уменьшение концентрации ванадия в образцах приводит к снижению T_{MD} .

Для чистой трёхокси ванадия параметры кристаллической решётки «a» и «с» уменьшаются с ростом дефицита ванадия. Материалы с незначительным отклонением от стехиометрического состава представляют исключение. Для материалов, легированных Fe, Cr и Al, оба параметра с ростом дефицита ванадия увеличиваются. Также температура фазового перехода зависит от параметров кристаллической решётки и уменьшается с ростом отношения «с/а».

По температурным зависимостям магнитной восприимчивости $\chi(T)$ можно сделать вывод, что увеличение и уменьшение содержания ванадия приводят к уменьшению χ , что говорит о снижении Кюри-Вейссовского вклада в магнитную восприимчивость. Резкое возрастание магнитного момента «среднего» атома соответствует значительному дефициту ванадия в образцах. При легировании трехокси ванадия наблюдается некоторое увеличение χ . Для каждой серии материалов $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$ величина скачка $\Delta\chi$ уменьшается с уменьшением содержания ванадия.

Для материалов $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$ с максимальным содержанием ванадия в области фазового перехода величина скачка электросопротивления наибольшая. Дефицит ванадия приводит к снижению T_{MD} . Для каждой из исследуемых систем $V_{2-\delta}Me_{0,02}O_3$ наблюдается хорошее согласование изменения $\Delta \lg(R/R_0)$ с изменениями параметров электронного спектра (скачка магнитной восприимчивости при фазовом переходе) и фононного спектра (характеристической температуры Дебая).

Температуры ФПМД, определенные по данным теплоемкости, изменяются с изменением состава материала аналогично установленным по данным электросопротивления. При этом абсолютные значения T_{MD} , определенные этими методами, отличаются, что связано с температурным размытием фазового перехода по данным электросопротивления.

Экспериментальные данные позволяют сделать вывод об адекватности применения моделей Мотта и Пайерлса для описания фазовых переходов в образцах на основе V_2O_3 .

Литература

1. Применение диоксида ванадия в приборах акустического каротажа / Н. А. Семенюк, Ю. В. Кузнецова, В. И. Суриков [и др.] – Текст : непосредственный // Омский научный вестник. – 2018. – № 4(160). – С. 151-155. – DOI 10.25206/1813-8225-2018-160-151-155.
2. Мотт, Н. Ф. Переходы металл-изолятор / Н. Ф. Мотт. – М.: Наука, 1979. – 344 с. – Текст : непосредственный.
3. Булаевский Л.Н. Структурный (пайерлсовский) переход в квазиодномерных кристаллах – Текст : непосредственный // УФН. – 1975. – Т. 115, № 2. – С. 263-269.
4. Данилов, С. В. Теплоемкость трехокси ванадия при гелиевых температурах / С. В. Данилов и др. – Текст : непосредственный // Ж. физика твердого тела. – 1983. – Т. 25, № 9. – С. 2772-2773.
5. Временная деградация некоторых оксидов ванадия. Структура и свойства / В. И. Суриков, О. В. Лях, В. И. Суриков [и др.]. – Москва : ООО Издательская фирма «Физико-математическая литература», 2014. – 91 с. – ISBN 978-5-9221-1560-5. – Текст : непосредственный.
6. Низкотемпературная теплоемкость соединений переходных металлов / В. И. Суриков, В. И. Суриков, О. В. Лях [и др.]. – Омск : Омский государственный технический университет, 2015. – 100 с. – ISBN 978-5-8149-2131-4. – Текст : непосредственный.
7. Оксид ванадия (III). Структура, электрические, магнитные свойства и теплоемкость / В. И. Суриков, О. В. Лях, В. И. Суриков, Ю. В. Кузнецова. – Омск : федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный технический университет», 2012. – 116 с. – ISBN 978-5-8149-1318-0. – Текст : непосредственный.
8. Магнитная восприимчивость ортованадатов железа, хрома, никеля и кобальта при гелиевых температурах / В. И. Суриков, В. И. Суриков, Ю. В. Кузнецова [и др.] – Текст : непосредственный // Динамика систем, механизмов и машин. – 2012. – № 2. – С. 425-427.
9. Лях, О. В. Влияние легирующих элементов на структуру, свойства и параметры фазового перехода металл – диэлектрик в оксиде ванадия (III) : специальность 05.16.09 «Материаловедение (по отраслям)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лях Ольга Владимировна. – Омск, 2012. – 139 с. – Текст : непосредственный.
10. Electronic Specific Heat of Vanadium Compounds at Low Temperatures / V. I. Surikov, N. A. Semenyuk, O. V. Lyakh [et al.] – Text : immediate // Russian Physics Journal. – 2021. – Vol. 64, No. 3. – P. 376-380. – DOI 10.1007/s11182-021-02340-3.
11. Заварицкий, Н. В. Электрон-фононное взаимодействие и характеристики электронов металлов / Н. В. Заварицкий – Текст : непосредственный // Успехи физических наук. – 1972. – Т. 108, № 2. – С. 241-272.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОЧЕЙ ГРАВЮРЫ
ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА**

Мухаметзянов Ильнар Ринатович

ассистент кафедры информационных систем
Набережночелнинского института,
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Набережные Челны, Россия
E-mail: ilnarr116m@gmail.com

Мухаметзянов Гамир Файзеевич

Заместитель директора
Кузнечного завода ПАО «КАМАЗ»
Набережные Челны, Россия
E-mail: muhametzjanovGF@kamaz.org

Астащенко Владимир Иванович

доктор технических наук,
профессор кафедры материалов, технологий и качества
Набережночелнинского института,
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Набережные Челны, Россия
E-mail: astvi-52@mail.ru

Мухаметзянова Гульнара Фагимовна

кандидат технических наук, доцент
Набережночелнинского института,
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Набережные Челны, Россия
E-mail: gulnara-ineka@mail.ru

Предмет исследования: технология восстановления рабочей гравюры штампового инструмента, структура и свойства наплавленного слоя восстановленной поверхности штампа.

Цель исследования: разработка технологии восстановления рабочей гравюры вставки штампа горячего деформирования для формирования градиентной структуры и свойств металла по сечению наплавленной зоны.

Методы и объекты исследования: приведена технология восстановления вставки изношенного штампа горячего деформирования на балку передней оси грузового автомобиля «КАМАЗ» с использованием электродуговой двухслойной наплавки одним типом электродной проволоки. Для получения градиентной структуры в сечении рабочей гравюры штампа предложена термическая обработка, заключающаяся в отпуске штампа после первой наплавки при температуре $620 \pm 10^\circ\text{C}$, а после второй наплавки при температуре $520 \pm 10^\circ\text{C}$.

Основные результаты исследования: установлено, что после восстановления вставки штампа горячего деформирования твердость наплавленного металла первого (глубинного) слоя составила 34–36 HRC, структура – троостит отпуска, твердость второго (наружного) слоя – 42–46 HRC, структура – мартенсит отпуска и троостомартенсит. Это обеспечивает высокую износостойкость поверхностных слоёв и трещиностойкость в глубине металла штампа.

Ключевые слова: штамп, износ, наплавка, микроструктура, свойства.

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY TO RESTORE
THE WORKING AREA OF THE STAMP TOOL**

Ilnar R. Mukhametzyanov

*Assistant of the Department of Information Systems,
Naberezhnye Chelny Institute
of Kazan (Volga region) Federal University
Naberezhnye Chelny, Russia
E-mail: ilnarr116m@gmail.com*

Gamir F. Mukhametzyanov

*Deputy Director
of Blacksmith factory PTC «KAMAZ»
Naberezhnye Chelny, Russia
E-mail: muhametzyanovGF@kamaz.org*

Vladimir I. Astashchenko

*Doctor of Technical Sciences,
Professor Department of Materials, Technologies and Quality,
Naberezhnye Chelny Institute
of Kazan (Volga region) Federal University
Naberezhnye Chelny, Russia
E-mail: astvi-52@mail.ru*

Gulnara F. Mukhametzyanova

*Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor Department of Materials, Technologies and Quality,
Naberezhnye Chelny Institute
of Kazan (Volga region) Federal University
Naberezhnye Chelny, Russia
E-mail: gulnara-ineka@mail.ru*

Subject of research: technology for restoring the working area of a stamp tool, the structure and properties of the deposited layer of the restored stamp surface.

Purpose of research: to develop a technology for restoring the working area of a hot deformation die insert for the formation of a gradient structure and properties of the metal over the cross section of the deposited zone.

Methods and object of research: a technology for restoring the insertion of a worn hot-forming stamp on the beam of the front axle of a KAMAZ truck using two-layer electric arc surfacing with one type of electrode wire is presented. To obtain a gradient structure in the section of the working area of the die, heat treatment is proposed, which consists in tempering the die after the first surfacing at a temperature of $620 \pm 10^\circ\text{C}$, and after the second surfacing at a temperature of $520 \pm 10^\circ\text{C}$.

Main results of research: it was found that after the restoration of the hot deformation die insert, the hardness of the deposited metal of the first (deep) layer was 34–36 HRC, the structure was tempered troostite, the hardness of the second (outer) layer was 42–46 HRC, structure – tempered martensite and troostomartensite. This ensures high wear resistance of surface layers and crack resistance in the depth of the die metal.

Keywords: stamp, wear, surfacing, microstructure, properties.

Введение

Штампы горячего деформирования работают в сложных условиях температурно-силового нагружения. При штамповке жаропрочных и других труднодеформируемых материалов температура поверхностных слоев (толщиной до 0,6–1,0 мм) штамповой оснастки скоростных молотов и прессов может достигать 650–750°C; при этом основная масса штампа остается прогретой до 400–500°C. Средние удельные давления при скоростном деформировании при штамповке на прессах и молотах составляют от 30 до 90 кгс/мм² при деформировании алюминиевых сплавов и конструкционных сталей, и свыше 100–150 кгс/мм² – труднодеформируемых сталей и сплавов. В результате штампы быстро изнашиваются, и в ряде случаев наблюдаются очаги выкрашивания и трещины. Чистота поверхностей штампов, особенно поверхностей, непосредственно связанных с образованием формы детали – гравюры штампа, оказывает исключительное влияние на долговечность их работы [1-6]. Эффективность использования штампов также определяется его стоимостью, которая может достигать до 50% от себестоимости поковки. Следовательно, разработки, связанные с восстановлением изношенных штампов горячего деформирования, являются актуальными. В настоящее время существуют различные способы восстановления рабочей гравюры штампового инструмента путем удаления изношенных участков и дефектного слоя инструмента механической обработкой и наплавки на изношенные участки износостойких материалов, наплавкой электродом (или проволокой) с последующим формированием рабочей гравюры штампа [7-10]. Однако данные технологии имеют некоторые ограничения. При восстановлении изношенной рабочей гравюры штампа путем наплавки на изношенные участки износостойких материалов [7] зачастую сохраняются дефекты и напряженное состояние в поверхностном слое, придается хрупкость наплавленному слою и наблюдается недостаточная прочность его сцепления с основным материалом. Все эти явления снижают работоспособность штампов горячего деформирования металлов в условиях воздействия высоких температур и ударно-силовых нагрузок. Кроме того, известные способы восстановления затрудняют или делают невозможным последующую обработку резанием наплавленного слоя. Недостатком технологии [8] является низкая пластичность металла наплавленного слоя, что снижает сопротивляемость стали ударно-силовым нагрузкам при эксплуатации штампов горячего деформирования. Недостатком технологии [9] является низкая пластичность металла в глубине гравюры, а также сохраняющиеся дефекты в виде микротрещин разгара и наличие зоны упруго-пластической деформации в напряженном состоянии в месте контакта наплавленного слоя с основным металлом, что также снижает трещиностойкость, а, соответственно, и долговечность штампа в эксплуатации. К недостатку способа [10] можно отнести сложность ведения процесса, предусматривающего применение для наплавки двух типов электродов из различных сталей и затруднение механической обработки верхнего наплавленного слоя из-за высокой твердости.

Цель данной работы – разработка технологии восстановления рабочей гравюры вставки штампа горячего деформирования.

Результаты и обсуждение

Восстановлению подвергали изношенную вставку штампа горячего деформирования на балку передней оси автомобиля «КАМАЗ», изготовленную из стали 5Х2МНФ (рис. 1).

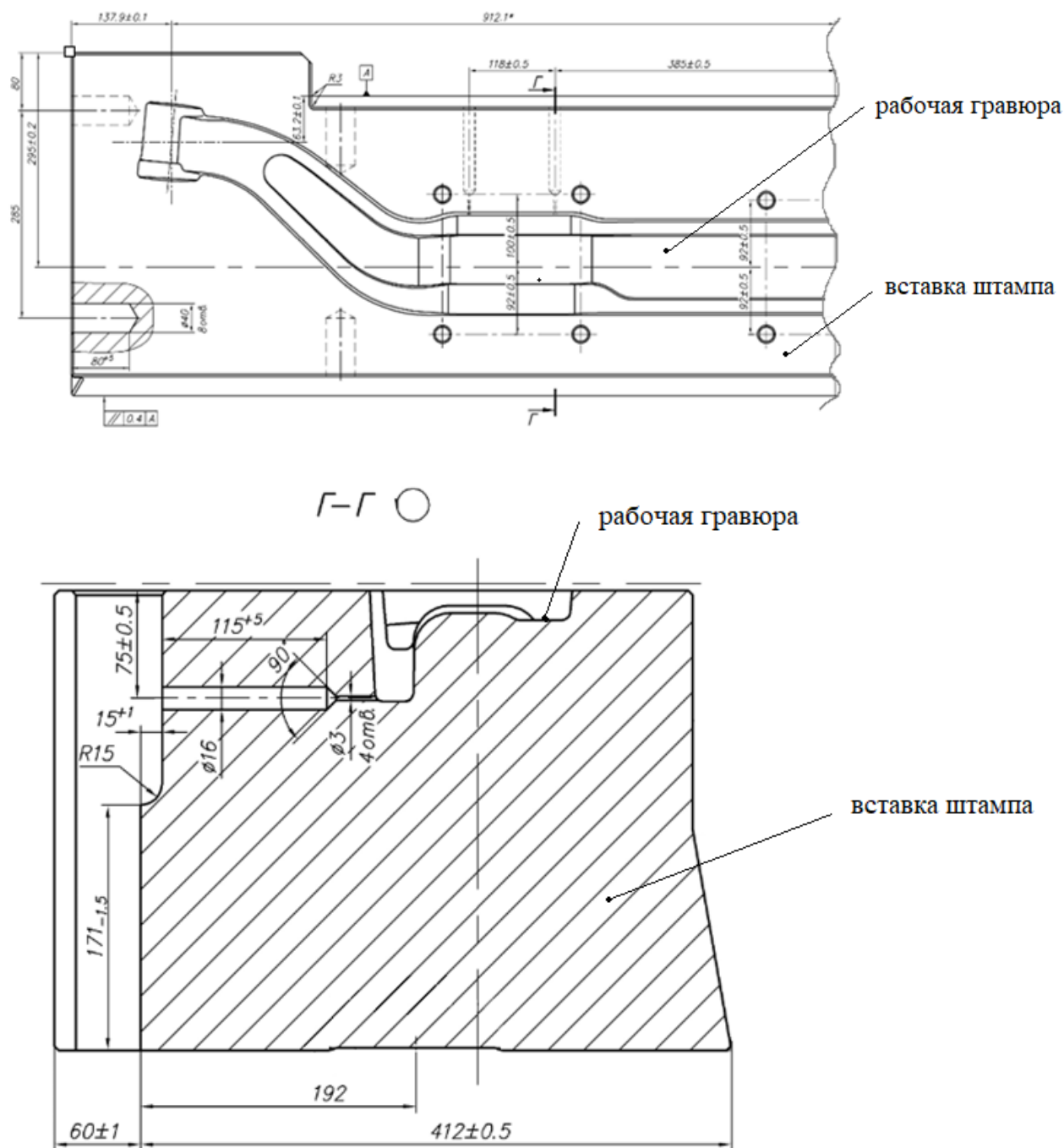


Рисунок 1 – Схема расположения рабочей гравюры на вставке штампа горячего деформирования на балку передней оси автомобиля «КАМАЗ»

Вставку штампа горячего деформирования, поступившую в ремонт, подвергали дефектации путем внешнего осмотра и контроля по геометрическим размерам. На рабочей поверхности гравюры штампа выявляли следы износа, очаги выкрашивания и трещины (рис. 2).

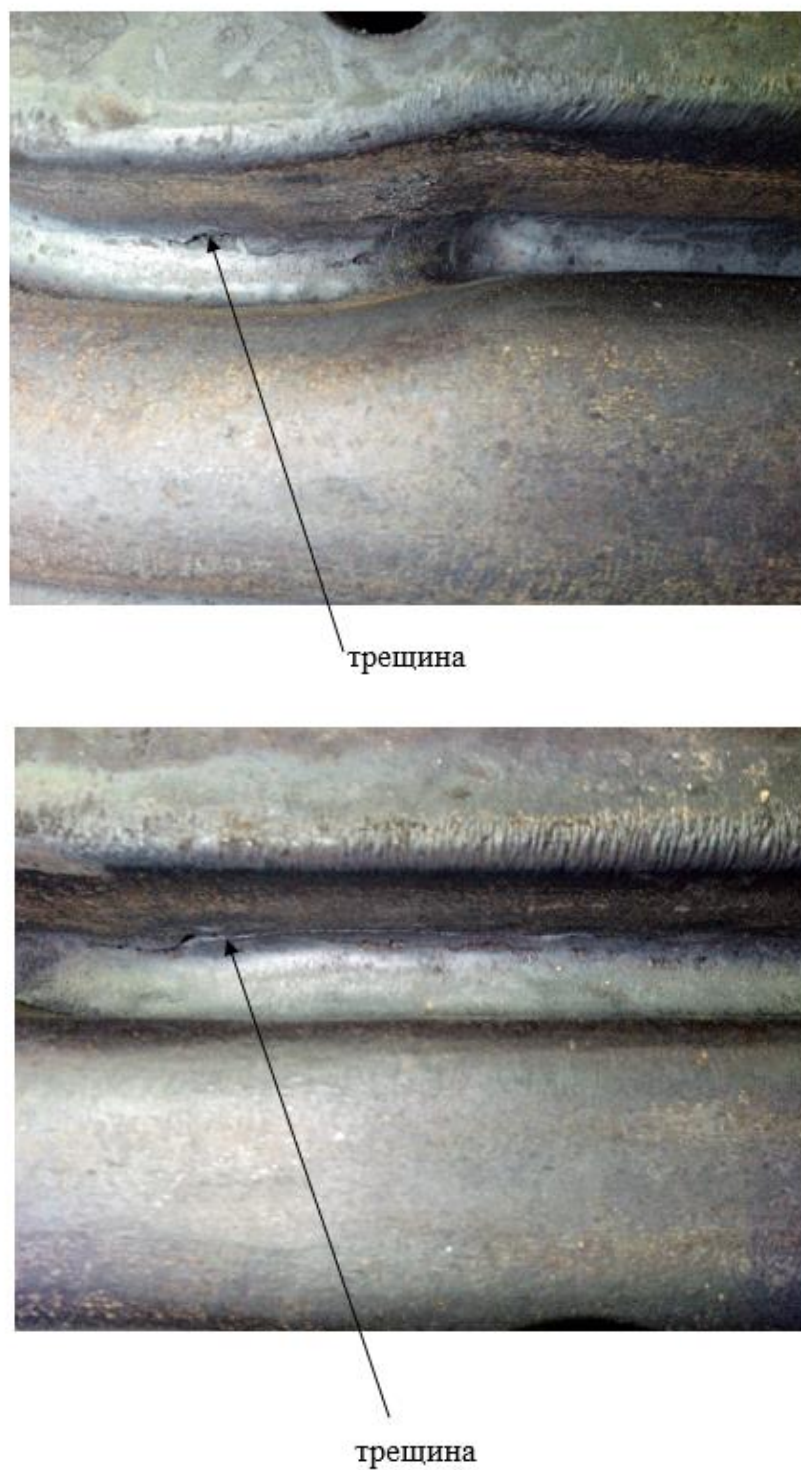


Рисунок 2 – Общий вид поверхности изношенной рабочей гравюры штампа с наличием трещины

После очистки штампа и его элементов от производственных отходов и грязи и контроля рабочей гравюры на предмет износа и наличия трещин определяли величину снимаемого слоя под наплавку, которая в конкретном случае составила 95 мм, что превышало максимальное углубление гравюры на 10 мм.

С помощью воздушно-дуговой резки удаляли изношенную гравюру штампа и дефектный слой, а также трещины до их полного исчезновения. Зону выбранного металла подвергали дробеочистке для удаления наплывов, брызг и т. д. Снятие металла выполняли воздушно-дуговой резкой на установке «ААГ». После резки вставку очищали от шлака и грязи и под-

готавливали к наплавке. Вставку штампа из стали 5Х2МНФ нагревали в шахтной печи СШО 12.15/9 до температуры $390 \pm 10^\circ\text{C}$ и поддерживали её на протяжении всего процесса наплавки. Контроль температуры вели с помощью пирометра ИК «Термоскоп 100».

Наплавку порошковой проволокой ПП – Нп – Интерпро ФВ4-Н-Г проводили на установке «Forgeweld» (Чехия) в среде защитных газов – 80% аргона и 20% двуокиси углерода. Режим наплавки: напряжение 30 – 34В; ток 340 – 470А. Для наплавки использовали проволоку диаметром 2,4мм, которая состоит из оболочки и порошка наполнителя. В качестве оболочки использовали холоднокатанную ленту. Порошок – наполнитель состоит из порошков металлов, ферросплавов и минералов. Химический состав наплавленного металла данной проволокой приведен в таблице.

Таблица

Химический состав наплавленного металла

1	Химический элемент	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден	Сера	Фосфор
2	Массовая доля элементов, %	0,46-0,60	1,00-1,10	8,65-9,92	1,6-2,0	2,4-3,1	Не более 0,02	Не более 0,025

Толщина наплавки первого слоя должна превышать номинальный размер на 3–5 мм. После наплавки первого слоя толщиной 70–75 мм вставку штампа подвергали отпуску при температуре 620°C , затем удаляли с поверхности дефектный слой и оставляли толщину наплавки 60 мм.

После очередной очистки вставку вновь нагревали до $390 \pm 10^\circ\text{C}$ в шахтной печи и наплавляли второй слой толщиной 40–45 мм, что превышало на 5–7 мм линию разъема штампа. Наплавленную вставку штампа подвергали отпуску в шахтной печи при температуре $520 \pm 10^\circ\text{C}$, а затем удаляли наплавленный металл до линии разъема штампа и выполняли механическую обработку на металлорежущих станках с ЧПУ для формирования рабочей гравюры (рис. 3).

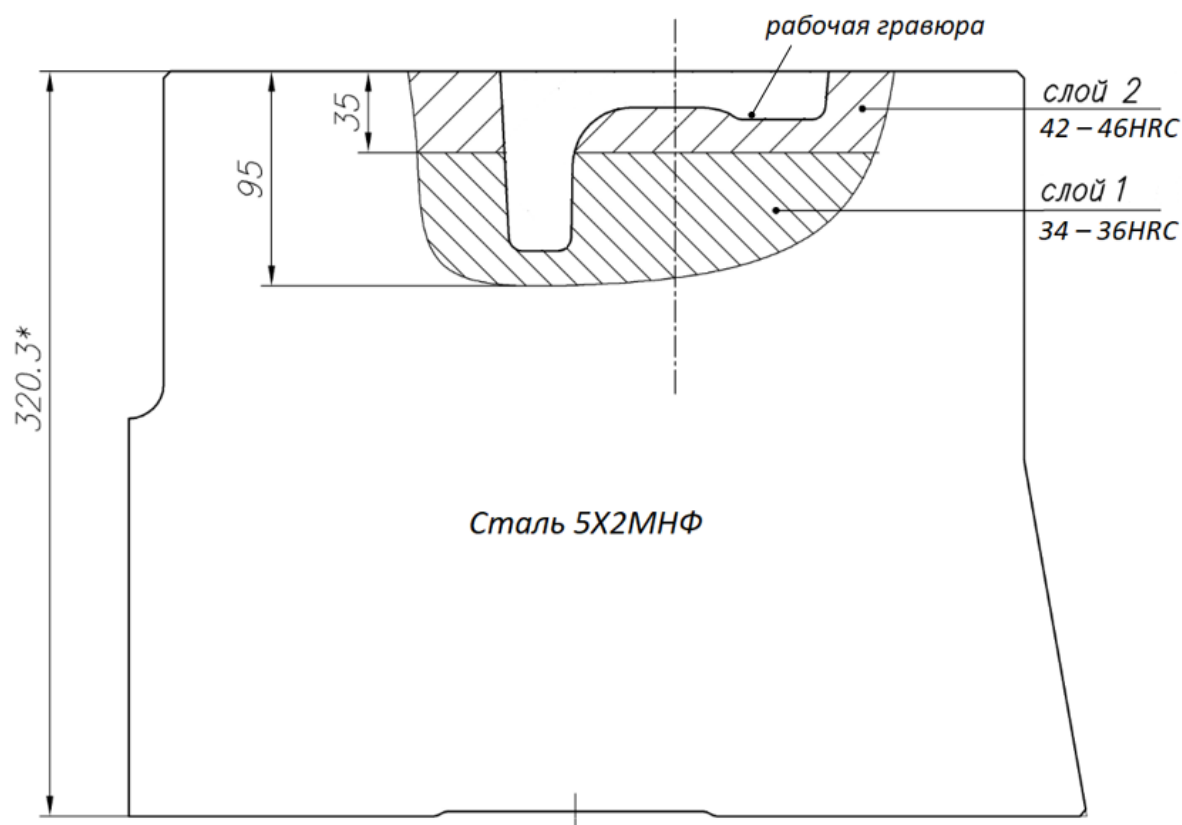


Рисунок 3 – Схема расположения рабочей гравюры штампа в наплавленных слоях металла

После восстановления вставки штампа горячего деформирования на балку передней оси автомобиля «КАМАЗ» наплавленный металл первого (глубинного) слоя имел твердость 34–36 HRC и структуру – троостит отпуска, а второй (наружный) слой – твердость 42–46 HRC (рис. 3) и структуру – мартенсит отпуска и троостомартенсит. За счет более высокой пластичности первого слоя достигнута высокая трещиностойкость штампа. В результате высокой твердости на поверхности достигнуты хорошие показатели по износостойкости восстановленной вставки. После такой технологии восстановления количество отштампованных поковок на балку передней оси составило 1820 шт., при отсутствии трещин термоусталостного характера на поверхности рабочей гравюры вставки.

Заключение и выводы

Разработанное техническое решение позволяет получить градиентную структуру и свойства металла по сечению наплавленной зоны, и после формирования гравюры штампа придать низкую твердость (34–36 HRC) и повышенную пластичность в глубинных слоях гравюры, а также более высокую твердость (42–46 HRC) и износостойкость на её поверхности. За счёт сочетания таких свойств по конфигурации и сечению гравюры достигается высокая износостойкость наиболее нагруженных поверхностных слоёв металла и придаётся высокая пластичность и трещиностойкость в глубине.

Литература

1. Петров, А. Н. Штампы, износ и смазочные материалы: учебное пособие / А. Н. Петров, П. А. Петров, М. А. Петров. – Москва : Московский Политех, 2017. – 123 с. – Текст : непосредственный.
2. Гурьев, А. М. Новые материалы и технологии для литых штампов / А. М. Гурьев. – Барнаул, 2000. – 216 с. – Текст : непосредственный.
3. Дроздов, И. А. Штамповые стали: учеб. пособие / И. А. Дроздов, Н. В. Ляченков, В. В. Уваров. – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2001. – 134 с. – Текст : непосредственный.
4. Kortman, W. Werkzeuqstäle und Werkzeuge für das Strangpressen von Rohren und Profilen aus NE Vetallen / W. Kortman // International Steel & Metalle Maqazine. – 1988. – V. 26. – № 11. – S. 1079–1086.
5. Федулов, В. Н. Перспективы использования существующих и создания новых инструментальных сталей для производства технологической оснастки горячего формообразования изделий / В. Н. Федулов. – Текст : непосредственный // Литье и металлургия. – 2006. – № 1 (37). – С. 125–129.
6. Мухаметзянова, Г. Ф. Влияние качества обработки поверхности и химсостава расплавов на работоспособность пресс-форм при литье под давлением силуминов / Г. Ф. Мухаметзянова, М. С. Колесников, И. Р. Мухаметзянов. – Текст : непосредственный // Литейное производство. – 2016. – № 7. – С. 27–29.
7. Соколов, Г. Н. Наплавка износостойких сплавов на прессовые штампы и инструмент для горячего деформирования сталей / Г. Н. Соколов, В. И. Лысак; ВолгГТУ. – Волгоград: РПК «Политехник», 2005. – 284с.
8. Астафьева, Н. А. Технология сварки плавлением и давлением: учебное пособие / Н. А. Астафьева, А. Е. Балановский, А. Г. Тихонов. – Иркутск: ИРНИТУ, 2021. – 188 с. – Текст : непосредственный.
9. Тылкин, М. А. Справочник термиста ремонтной службы / М. А. Тылкин. – М. : Металлургия, 1981. – 648 с. – Текст : непосредственный.
10. Шевченко, О. И. Управление структурой, составом и свойствами покрытий при плазменной наплавке / О. И. Шевченко. – Нижний Тагил : Изд-во НТИ УГТУ-УПИ, 2006. – 290 с. – Текст : непосредственный.

Научное издание

ВЕСТНИК ЮГОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Выпуск 3/2023

Цена свободная

16+

Учредитель и издатель: ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет»

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-73606 от 31 августа 2018 г.

Подписано в печать: 29.09.2023

Дата выхода в свет: 10.10.2023

Формат 60x84 1/8. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 20,2. Тираж 1000 экз. Заказ № 276.

Адрес учредителя, издателя и редакции:
628012, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

Отпечатано в секторе редакционно-издательской работы
Научной библиотеки ФГБОУ ВО ЮГУ:
628012, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра,
г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16

Главный редактор – Лапшин Валерий Федорович,
тел. +7 (3467) 377-000 (доб. 559)