

Иркутский филиал
Московского
государственного
технического
университета
гражданской
авиации



CREDE EXPERTO:

транспорт, общество, образование, язык

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЫПУСК 1
2023

Международный информационно-аналитический журнал «Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык» (МИАЖ «Crede Experto»)

Учредитель журнала – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации»

Издатель журнала – Иркутский филиал ФГБОУ ВО «МГТУ ГА». Официальный сайт: <http://if-mstuca.ru/>

Главный редактор – Л. А. Иванова, канд. пед. наук, доц. (Иркутск)

Председатель научно-редакционного совета – О. Н. Скрыпник, до-р техн. наук, проф. (Минск, Республика Беларусь).

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Технические науки: И.Е.Агуреев, д.т.н, профессор (Тула), О.С.Абляимов, к.т.н., профессор (Ташкент), Л.Г.Большедворская, д.т.н., доцент (Москва), Е.Е.Витвицкий, д.т.н., профессор (Омск), О.А.Горбачев, д.т.н., проф. (Иркутск), В.В.Ерохин, д.т.н, доц. (Иркутск), В.М.Курганов, д.т.н., профессор (Тверь), С.М.Кривель, к.т.н., доцент (Иркутск), Е.М.Лунёв, к.т.н. (Москва), Е.С.Неретин, к.т.н., доцент (Москва), Г.И.Нечаев, д.т.н., профессор, академик транспортной академии Украины (Луганск), Е.Е.Нечаев, д.т.н., профессор (Москва), Н.И.Николайкин, д.т.н., доцент (Москва), П.М.Огар, д.т.н., профессор (Братск), А.П.Плясовских, д.т.н. (Санкт-Петербург), О.Н.Скрыпник, д.т.н., профессор, почётный работник ВПО РФ (Минск), Димитър Русев, д.т.н., доцент (Бургас), А.И.Сухоруков, д.т.н., доцент (Москва), Д.Э.Эшмурадов, к.т.н. (Ташкент).

Филологические науки: Д.А.Алкебаева, д.ф.н, профессор (Алматы), Р.И.Бабаева, д.ф.н., доцент (Иваново), О.А.Богинская, д.ф.н., доцент, (Иркутск), А.Н.Безруков, к.ф.н., доцент (Бирск), С.Ю. Богданова, д.ф.н., доцент (Иркутск), Ланьцзой Ван, к.ф.н., доцент (Баодин), И.А.Верховых, к.ф.н., доцент (Москва), А.Р.Габидуллина, д.ф.н., профессор (Горловка), К.Дюк, д.филос.н. (Маннгейма Маннгейм), Ева Жебровска, д.ф.н., профессор, Ординарный профессор (professor ordinarius) (Варшава), Н.С.Иванова, доктор, профессор, (Бургас), Г.Е.Имамбаева, д.ф.н., профессор (Павлодар), Н.Н.Казыдуб, д.ф.н., профессор (Красноярск), А.В.Колмогорова, д.ф.н., доцент (Красноярск), Л.Б.Копчук, д.ф.н., профессор (Санкт-Петербург), В.Б.Меркурьева, д.ф.н., профессор (Иркутск), О.А.Мельничук, д.ф.н., доцент (Якутск), И.Н.Новгородов, д.ф.н., профессор (Якутск), В.И.Постовалова, д.ф.н., профессор (Москва), Протоиерей Владимир (Алексеев), д.богосл.н. (Нью-Йорк), В.А.Степаненко, д.ф.н., доцент (Иркутск), Л.А.Становая, д.ф.н., профессор (Санкт-Петербург), А.Г.Фомин, д.ф.н., профессор (Кемерово), В.М.Хантакова, д.ф.н., проф. (Иркутск).

Монгольские языки (бурятский и монгольский): Т.Б.Тагарова, д.ф.н., доцент (Иркутск), Л.Б.Бадмаева, д.ф.н., доцент (Улан-Удэ), Т.Б.Баларьева, к.ф.н., доцент (Иркутск), Цэвээний Магсар, д.филологии (Ph.D), профессор (Улан-Батор).

Педагогические науки: Е.Б.Артемяева, д.пед.н., профессор (Новосибирск), А.В.Бабаян, д.пед.н., профессор (Пятигорск), А.С.Белых, д.пед.н., профессор (Луганск), О.О.Борисова, д.пед.н., проф. (Орел), В.А.Бородина, д.пед.н., профессор (Санкт-Петербург), В.В.Воронкова, д.пед.н., профессор (Москва), М.П.Воюшина, д.пед.н., профессор (Санкт-Петербург), И.П.Гладилина, д.пед.н., профессор (Москва), Н.Ж.Дагбаева, д.пед.н., профессор (Улан-Удэ), Е.Г.Дичева, д.педагогик (Бургас, Болгария), Т.Ц.Дугарова, д.п.н., доцент (Москва), М.Н.Колесникова, д.пед.н., профессор (Санкт-Петербург), Ю.А.Комарова, д.пед.н., профессор, член-корреспондент Российской академии образования (Санкт-Петербург), М.В.Николаева, д.пед.н., профессор (Волгоград), Н.П.Поличка, д.пед.н., профессор (Хабаровск), Е.М.Рогалева, к.пед.н., доцент (Иркутск), Т.А.Стефановская, д.пед.н., профессор (Иркутск), С.Ц.Содномов, д.пед.н., доцент (Улан-Удэ), Е.И.Тихомирова, д.пед.н., профессор (Самара), А.В.Фёдоров, д.пед.н., профессор (Ростов-на-Дону), А.В.Шумакова, д.пед.н., доцент (Ставрополь).

Философия: Н.С.Коноплёв, д.филос.н., профессор (Иркутск).

Адрес учредителя

Россия, 125993, г. Москва, б-р Кронштадтский, д.20

Тел.: +7 (499) 458-75-47; +7 (499) 459-07-40 /факс +7 (499) 459-07-01, e-mail: info@mstuca.aero

Адрес редакции:

Россия, 664047, г. Иркутск, ул. Коммунаров, 3 МИАЖ «Crede Experto»

Тел.: +7 902 177 25 67, e-mail: credeexperto@if-mstuca.ru, <http://ce.if-mstuca.ru/>

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (РОСКОМНАДЗОР). Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС 77 – 71211 от 27.09.2017. Журнал включён в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук. Группы научных специальностей: 05.22.00 – Транспорт (05.22.08, 05.22.13, 05.22.14); 13.00.00 – Педагогические науки (13.00.01, 13.00.02, 13.00.08); 10.02.00 – Языкознание (10.02.04, 10.02.05, 10.02.19). Дата включения издания в Перечень: 22.12.2020.

Журнал имеет международный номер ISSN 2312-1327

Выходит 1 раз в квартал

Издаётся с 2014 года

© Иркутский филиал МГТУ ГА, 2022

**International informational and analytical journal «Crede Experto: transport, society, education, language»
(«Crede Experto»)**

The founder of the journal is the Moscow State Technical University of Civil Aviation (MSTUCA)

The publisher of the journal is the Irkutsk Branch of the Moscow State Technical University of Civil Aviation. The official site is <http://if-mstuca.ru/site/>

Editor-in-Chief: L. A. Ivanova, Candidate of Pedagogical Science, associate professor (Irkutsk)

Head of the Advisory Board: O. N. Skrypnik, Doctor of Technical Sciences, professor, Honorary worker of Higher Professional Education of the Russian Federation (Minsk)

MEMBERS OF THE ADVISORY BOARD

Technical Sciences: I.E. Agureev, Doctor of Technical Sciences, Full professor (Tula), O.S. Ablyalimov, Candidate of Technical Sciences, Professor (Tashkent), L.G. Bol'shedvorskaja, Doctor of Technical Sciences, associate professor (Moscow), E.E. Vitvitskiy, Doctor of Technical Sciences, Full professor (Omsk) O.A. Gorbachyov, Doctor of Technical Sciences, professor (Irkutsk), V.V. Erokhin, Doctor of Technical Sciences, associate professor (Irkutsk), V.M. Kurganov, Doctor of Technical Sciences, professor (Tver), S.M. Krivel, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (Irkutsk), E.M. Lunev, Candidate of Technical Sciences (Moscow), E.S. Neretin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (Moscow), G.I. Nychayev, Doctor of Technical Sciences, professor, academician of Transport Academy of Ukraine (Luhansk), E.E. Nychayev, Doctor of Technical Sciences, professor (Moscow), N.I. Nikolaykin, Doctor of Technical Sciences, associate professor (Moscow), P.M. Ogar, Doctor of Technical Sciences, professor (Bratsk), A.P. Plyasovskikh, Doctor of Technical Sciences (Saint Petersburg), Dimitur Rousev, Doctor of Technical Sciences, associate professor (Burgas), O.N. Skrypnik, Doctor of Technical Sciences, professor, Honorary worker of Higher Professional Education of the Russian Federation (Minsk), A.I. Suhorukov, Doctor of Technical Sciences, associate professor (Moscow), D.E. Eshmuradov, Candidate of Technical Sciences (Tashkent).

Philological Sciences: D.A. Alkebaeva, Doctor of Philological Sciences, professor (Almaty), O.A. Boginskaya, Doctor of Philology, associate professor (Irkutsk), A.N. Bezrukov, Candidate of Philological Sciences, Associate Professor (Birska), S.Y. Bogdanova, Doctor of Philology, Full professor (Irkutsk), K. Dück, doctor of philosophy scientific (Mannheim), A.G. Fomin, D.Ss. (Philology), professor (Kemerovo), A.R. Gabidullina, Doctor of Philological Sciences, professor (Horlivka), N.S. Ivanova, Doctor, Professor (Burgas), G.E. Imambaeva, Doctor of Philological Sciences, professor (Pavlodar), N.N. Kazydub, Doctor of Philology, Professor (Krasnoyarsk), A.V. Kolmogorova, Doctor of Philological Sciences, associate professor (Krasnoyarsk), L.B. Kopchuk, Doctor of Philological Sciences, professor (Saint Petersburg), V.B. Merkurieva, Doctor of Philological Sciences, professor (Irkutsk), O.A. Mel'nichuk, Doctor of philological sciences, associate professor (Yakutsk), I.N. Novgorodov, Doctor of Philological Sciences, professor (Yakutsk), V.I. Postovalova, Doctor of Philological Sciences, professor (Moscow), Archpriest Vladimir (Alekseev), Doctor of Theology (New-York), V.A. Stepanenko, Doctor of Philological Sciences, associate professor (Irkutsk), L.A. Stanovaja, Doctor of philological sciences, professor (St. Petersburg), V.M. Khantakova, Doctor of Philological Sciences, professor (Irkutsk), I.A. Verkhoviykh, candidate of Philological Sciences, associate Professor (Moscow), Lanju Wang, Candidate of Philological Sciences, associate professor (Baoding), Ewa Żebrowska, Doctor of Philological Sciences, professor, professor ordinarius (Warsaw).

Mongolic languages (Buryat and Mongolian): T.B. Tagarova, Doctor of Philological Sciences, associate professor (Irkutsk), L.B. Badmaeva, Doctor of Philological Sciences, associate professor (Ulan-Ude), T.B. Balar'eva, Candidate of Philological Sciences, associate professor (Irkutsk), Tsevenii Magsar, Ph.D., Professor (Ulan Bator).

Pedagogical Sciences: E.B. Artem'eva, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Novosibirsk), A.V. Babayan, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Pyatigorsk), A.S. Belyh Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Luhansk), O.O. Borisova, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Orel), V.A. Borodina, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (St. Petersburg), V.V. Voronkova, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Moscow), M.P. Vojushina, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (St. Petersburg), I.P. Gladilina, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Moscow), N.Z. Dagbaeva, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Ulan-Ude), E. Dicheva, Doctor of Pedagogical Sciences (Burgas, Bulgaria), T.C. Dugarova, Doctor of Psychological Sciences, associate professor (Moscow), M.N. Kolesnikova, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (St. Petersburg), J.A. Komarova, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (St. Petersburg), M.V. Nikolaeva, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Volgograd), N.P. Polichka, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Khabarovsk), E.V. Rogaleva, Candidate of Pedagogical Science, associate professor (Irkutsk), T.A. Stefanovskaya, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Irkutsk, Russia), S.C. Sodnomov, Doctor of Pedagogical Sciences, associate professor (Ulan-Ude), E.I. Tihomirova, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Samara), A.V. Fedorov, Doctor of Pedagogical Sciences, professor (Rostov-on-Don), A.V. Shumakova, Doctor of Pedagogical Sciences, associate professor (Stavropol).

Philosophical Sciences: N.S. Konopljov, Doctor of Philosophy, professor (Irkutsk).

Address of the Founder

20 Kronshtadtsky blvd, Moscow, GSP-3, 125993

Phone.: +7 (499) 458-75-47; +7 (499) 459-07-40 / fax +7 (499) 459-07-01, e-mail: info@mstuca.aero

Editorial office address:

Kommunarov St. 3, Irkutsk, Russia, 664047

Phone.: +7 902 177 25 67, e-mail: credeexperto@if-mstuca.ru, <http://ce.if-mstuca.ru/>

Magazine registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR), EL № ФЦ 77 — 71211, 27.09.2017. The journal has been included in the LIST of Leading Peer-Reviewed Scientific Journals to publish the main findings of theses for the academic degree of Candidate of Sciences, for the academic degree of Doctor of Sciences since 22.12.2020. Groups of scientific specialties: 05.22.00 Transport (05.22.08, 05.22.13, 05.22.14); 13.00.00 Education science (13.00.01, 13.00.02, 13.00.08); 10.02.00 Linguistics (10.02.04, 10.02.05, 10.02.19).

The journal is registered with ISSN 2312-1327

Publication 1 time in 3 months.

ОГЛАВЛЕНИЕ

К 100-ЛЕТИЮ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Олег Николаевич Астраханцев, Олег Анатольевич Горбачев

К 100-летию отечественной гражданской авиации. Страницы истории авиации и авиационного образования в Иркутске 6

БЕЗОПАСНОСТЬ НА ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ

Николай Сергеевич Херсонский, Людмила Геннадьевна Большедворская

Выбор и обоснование методов и математических моделей износа и замены оборудования 27

Елена Игоревна Трусова, Александра Леонидовна Рыбалкина, Николай Иванович Николайкин

Оценка условий, неблагоприятных для пилотирования вертолетов 42

АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА

Сергей Михайлович Кривель, Анастасия Александровна Лебедева, Александра Борисовна Спасибко

Методика и программное обеспечение моделирования функционирования систем с учетом характеристик их надежности на этапах эксплуатации и проектирования 57

СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОЙ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОЛОКАЦИИ, РАДИОНАВИГАЦИИ И МЕТОДЫ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Муслим Амирович Межетов, Борис Валентинович Лежанкин, Анна Ивановна Тихова, Ульяна Сергеевна Вахрушева

Использование модуляции LoRa в средствах радиосвязи, навигации и наблюдения для решения задач управления воздушным движением 77

Дмитрий Владимирович Хазанов, Борис Валентинович Лежанкин, Вячеслав Владимирович Ерохин

Аналитическое исследование влияния ионосферы на энергетические соотношения в спутниковых системах связи методами физической кинетики плазмы 98

Александр Петрович Плясовских, Евгений Андреевич Рубцов, Андрей Сергеевич Калинин, Владислав Юрьевич Давиденко

Подтверждение достоверности сообщений АЗН-В путем оценки высоты полета воздушного судна 118

АВИОНИКА, АВИАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ, ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И МЕТОДЫ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Александр Леонидович Кивокурцев, Олег Аркадьевич Соколов, Александр Юрьевич Юрин

Опыт технической эксплуатации совмещенной инерциально-воздушной системы ADIRS самолета А-320 134

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕВОЗОК

Раиса Морадовна Петрунева

Студенты и городской общественный транспорт (на примере города Волгограда)155

ДИСКУРС, ДИСКУРСИВНЫЕ ПРАКТИКИ И ТЕКСТ: ВЕКТОРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ольга Александровна Богинская

Опыт метадискурсивного анализа новогодних обращений Президента России166

Татьяна Ивановна Семенова

Лингвокреативность в дискурсивном конструировании еды будущего в англоязычном
медиадискурсе181

Надежда Николаевна Казыдуб, Анастасия Евгеньевна Базарова

Стратегия апелляции к авторитету в англоязычном интерпретирующем дискурсе195

Людмила Николаевна Селиверстова, Никита Александрович Фёдоров

Речевое поведение современного медиакритика на материале немецкоязычного
медиадискурса206

Лю Цици

Прецедентность как составляющая агрессивного дискурса в китайскоязычной интернет-
коммуникации221

***Лариса Георгиевна Викулова, Ольга Игоревна Короленко, Ирина Владимировна
Макарова***

Цифровая репутация научного сообщества: сайт французской академии234

ДИАЛЕКТОЛОГИЯ

Вера Брониславовна Меркурьева, Наталья Сергеевна Новолодская

Метаязык в современных немецких диалектных сказках для взрослых251

К 100-ЛЕТИЮ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

УДК: 629.7

К 100-ЛЕТИЮ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ АВИАЦИИ И АВИАЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ИРКУТСКЕ

*Олег Николаевич Астраханцев,
orcid.org/0000-0002-9218-5385,
доктор исторических наук, доцент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, 3
Иркутск, 664047, Россия
onastra@mail.ru*

*Олег Анатольевич Горбачев,
orcid.org/0000-0002-6085-8661,
доктор технических наук, профессор
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, 3
Иркутск, 664047, Россия
oa.gorbachev@mstuca.aero*

Аннотация. В статье освещаются вопросы, связанные с историей становления и развития отечественной гражданской авиации. В рамках данной темы рассматриваются основные моменты, связанные с развитием авиации и авиационного образования в Иркутске. Показаны социально-экономические и политические условия, в которых развивалась гражданская авиация, выделены основные этапы ее развития. Приводится информация об авиационных учебных заведениях, осуществляющих подготовку кадров для гражданской авиации.

Ключевые слова: гражданская авиация, воздушный флот, самолет, авиационная техника, Иркутск, авиационные кадры, пилот, воздушные линии.

TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE NATIONAL CIVIL AVIATION. THE PAGES OF AVIATION HISTORY AND AVIATION EDUCATION IN IRKUTSK

*Oleg N. Astrakhantsev,
orcid.org/0000-0002-9218-5385,
Doctor of Historical Sciences, Associate Professor
Moscow State Technical University
of Civil Aviation (Irkutsk Branch),
3, Kommunarov
Irkutsk, 664047, Russia
onastra@mail.ru*

*Oleg A. Gorbachev,
orcid.org/0000-0002-6085-8661,
Doctor of Technical Sciences, Professor
Moscow State Technical University
of Civil Aviation (Irkutsk Branch),
3, Kommunarov
Irkutsk, 664047, Russia
oa.gorbachev@mstuca.aero*

Abstract. The article highlights issues related to the history of the formation and development of the national civil aviation. The main points related to the development of aviation and aviation educations in Irkutsk are considered. The socio-economic and political conditions with the main stages of the national civil aviation development are shown. Information about aviation educational institutions training personnel for civil aviation is provided.

Keywords: civil aviation, air fleet, aircraft, aviation equipment, Irkutsk, aviation personnel, pilot, air lines.

9 февраля 2023 года отечественной гражданской авиации исполнилось 100 лет. За вековую историю своего существования гражданская авиация России прошла трудный, интересный и насыщенный разными событиями путь. Сегодня гражданская авиация является важным участником транспортной отрасли страны. Полёты уже давно стали привычным делом.

История Иркутска и Восточной Сибири неразрывно связана с воздухоплаванием и авиацией. В Иркутске родились такие известные авиационные конструкторы, как Николай Ильич Камов, Михаил Леонтьевич Миль, Яков Модестович Гаккель. Многие авиаторы – будущие Герои Советского Союза совершали свои первые полёты в небе Иркутска. В 1934 году иркутские лётчики участвовали в спасении экипажа парохода «Челюскин».

С 1930-х годов в Иркутске успешно работает авиационный завод. За годы своего существования завод серийно выпускал разные типы отечественных самолетов. Предприятие награждено орденами Ленина, Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени.

Еще раньше, в сентябре 1928 года, на базе ремонтных мастерских общества «Добролёт», в Иркутске был создан 403-й авиаремонтный завод гражданской авиации.

1 мая 1931 года приказом по Военно-Воздушным Силам Рабоче-Крестьянской Красной Армии в Иркутске была создана 4-я военная школа авиационных техников, ставшая впоследствии – Иркутским высшим военным авиационным инженерным имени ордена Красной Звезды училищем. За годы своего существования (с 1931 г. по 2009 г.) училище подготовило более 60 тысяч высококвалифицированных авиационных специалистов.

В 1930-е годы в Иркутске было создано Восточно-Сибирское межрегиональное территориальное управление воздушного транспорта. Сегодня оно является территориальным органом федерального органа исполнительной власти – Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиации) и осуществляет функции по оказанию государственных услуг по обеспечению работы воздушного транспорта (гражданской авиации) РФ на территории Иркутской области, Забайкальского края и республики Бурятия. Первым начальником Восточно-Сибирского управления ГВФ был Александр Евгеньевич Голованов, ставший впоследствии главным маршалом авиации. В 2010 году в Иркутске на здании управления была установлена мемориальная доска в его честь.

В 1947 году в Иркутске была образована школа младших авиационных специалистов. В 1951 году она преобразована в Иркутское авиационно-техническое училище гражданского воздушного флота (ГВФ). За годы деятельности училище подготовило около 20 тыс. специалистов для гражданской авиации. В 1967 году в Иркутске был открыт Иркутский филиал Киевского ордена трудового Красного Знамени института гражданской авиации. В 1993 году он получил новое название – Иркутский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации (ИФ МГТУ ГА). В 2015 году произошло слияние двух учебных заведений. В 2017 году в состав Иркутского филиала МГТУ ГА вошел ФГБОУ Восточно-Сибирский Учебно-Тренировочный Центр Гражданской Авиации (ВС УТЦ). Сегодня Иркутский филиал МГТУ ГА – многопрофильный авиационный центр. Он в полном объёме осуществляет функции Университета в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Здесь сосредоточены все виды подготовки авиационных специалистов: от авиационных техников, подготовленных по программам среднего профессионального образования, до инженеров, обучающихся по программам специалитета высшего образования. Также филиал проводит курсы повышения квалификации и переподготовки работников авиапредприятий, расположенных на всей территории нашей страны.

Это далеко не всё, что связывает наш город с историей отечественной авиации. В данной статье мы предлагаем совершить небольшой экскурс в историю гражданской авиации России и в его рамках показать вклад г. Иркутска и иркутян в ее развитие.

9 февраля 1923 года Совет Труда и Оборона СССР принял постановление об организации при Главном управлении воздушного флота Совета по гражданской авиации. С тех пор, 9 февраля официально считается днем рождения отечественной гражданской авиации. На созданный Совет возлагались функции руководства и управления всеми сторонами деятельности гражданской авиации СССР. В состав Совета вошли представители заинтересованных организаций и ведомств, а именно – главного воздушного флота (Главвоздухфлота), Высшего Совета Народного Хозяйства (ВСНХ), Народного Комиссариата иностранных дел, Народного Комиссариата торговли, Народного комиссариата путей сообщения, Народного Комиссариата почты и телеграфов. Председатель Совета назначался решением Совета Труда и Оборона СССР [История гражданской..., 1983, с. 34].

17 марта 1923 года по инициативе ряда хозяйственных и культурных организаций и учреждений РСФСР было создано первое в Советском Союзе авиатранспортное предприятие – Российское общество добровольного воздушного флота «Добролет». Председателем правления общества стал А.М. Краснощеков, членами правления – И.В. Дзевяловский, И.Н. Смирнов, М.Ф. Синюшкин.

В уставе общества, утвержденном Советом Народных Комиссаров (СНК) СССР, указывалось, что общество учреждается «для развития Гражданского воздушного флота в пределах СССР путем организации воздушных линий для перевозки пассажиров, почты и грузов, производства аэрофотосъемки и иных отраслей применения воздушного флота на основе отечественной авиапромышленности» [Там же, с. 36].

8 марта 1923 года была создана общесоюзная организация – «Общество друзей воздушного флота» (ОДВФ), призванная направить усилия граждан, и особенно молодежи, на развитие советского воздушного флота. В марте того же года в Москве состоялось организационное собрание Общества друзей воздушного флота. На собрании был избран Центральный совет Общества во главе с А. И. Рыковым и Президиум, куда вошли М. В. Фрунзе, Ф. Э. Держинский, Н. И. Подвойский, В. А. Антонов-Овсеенко, С. С. Каменев и другие видные партийные и государственные деятели, авиационные специалисты [Государственный архив..., б.г.].

Филиалы ОДВФ создавались по всей стране. Ячейки общества образовывались в городах и селах, на фабриках и заводах, в образовательных учреждениях, воинских частях и т.п. Гражданский воздушный флот молодой Советской республики создавался всем народом страны. «В сентябре того же года, на 1-м Всероссийском совещании ОДВФ были подведены результаты деятельности общества: оно объединяло в своих рядах 106 830 человек; на постройку самолетов было собрано 840 156 руб., что позволило заказать 12 аэропланов для эскадрильи Воздухофлота и наметить программу постройки боевых машин. Через год в системе ОДВФ функционировало 10 авиакурсов, 98 авиабиблиотек, 211 спортивных кружков, 400 авиауголков и 9 аэроклубов» [Кузин, 2004].

Общество довольно быстро обрело популярность по всей стране. «В Иркутске на страницах газеты "Власть труда" была развернута агитационная кампания, направленная на создание в городе воздушного флота. К середине 1923 года Иркутская организация насчитывала уже 1243 рабочих и служащих и имела на счету около 200 тыс. рублей. Причем первым коллективным членом организации стал коллектив редакции газеты "Власть труда". В сентябре 1923 года по инициативе Сибревкома ОДВФ в Иркутской области была проведена неделя Воздушного Флота, а выпуск газеты "Власть труда" от 9 сентября был полностью посвящен Красному Воздушному Флоту, теории и практике летного дела» [Цит. по: Астраханцев, 2019].

Бюро Сибирского отделения «Добролета» было организовано в апреле 1923 года¹. Решение о создании отделения «Добролета» – «Сибдобролета» было принято на совещании представителей сибирских хозяйственных и общественных организаций в начале мая 1923 года². Летом 1923 года бюро учредителей на собранные средства приобрело 2 самолета «Юнкерс», которые поступили в распоряжение Сибревкома и использовались для агитационных полетов.

Сибирское отделение ОДВФ – Сиблет – было организовано 6 апреля 1923 года. Целями деятельности общества являлись внедрение идей авиационной культуры в широкие трудящиеся массы, вовлечение их в дело добровольной помощи и содействия развитию мощного военного и гражданского Красного воздушного флота СССР. Сибирское отделение ОДВФ подчинялось непосредственно ОДВФ РСФСР и в своей деятельности руководствовалось Уставом, утвержденным 18 декабря 1924 года Президиумом ОДВФ РСФСР.

Согласно этого устава, структура сибирских организаций ОДВФ строилась на принципе последовательной подчиненности друг другу. СибОДВФ было органом, объединяющим и руководящим в отношении губернских (позже областных) отделов – гублетов. Гублеты же в свою очередь стояли над уездными (районными) отделами – улетами. Далее в порядке подчиненности шли городские, фабрично-заводские ячейки и т. д.

Ячейки ОДВФ организовывались также в различных учреждениях, воинских частях, кооперативах и других организациях. Высшее руководство принадлежало съездам делегатов губернских, уездных и т. д. организаций, в ячейках – общим собраниям.

Весной 1925 года в штатах Сиблета числились: секретарь Сиблета, бухгалтер, счетовод, зав. организационно-инструкторской частью, информатор-статистик и машинистка. Штаты гублетов состояли из трех сотрудников: секретаря (он же казначей), инструктора-организатора и счетовода. Штаты уездных (районных) отделов были представлены одним секретарем. Бюро ячеек не имели своего технического аппарата, пользуясь в

¹ ГАНО. Ф. 1186. Оп. 1. Д. 3. Л. 9.

² Там же. Л. 1.

своей работе аппаратами волисполкомов, фабзавкомов, месткомов и т. п. При этом штаты организаций не были заполнены.

Связь Сиблетов с центральными правлениями ОДВФ осуществлялась путем письменной переписки и была достаточно тесной, как и связь Сиблета с гублетами. Слабее была налажена связь с улетами и еще хуже – связь улотов с низовыми ячейками, так как улеты не могли руководить в достаточной мере многочисленными ячейками. Практически эта работа сводилась к учету и сбору средств.

Съезд делегатов организаций был проведен в ноябре 1924 года. На нем было принято решение о необходимости созывать съезды 2 раза в год, так как они были настоящей формой связи организаций между собой. Также было принято решение о руководстве крупных ячеек более мелкими.

Отсутствие квалифицированных кадров, а также финансирования на содержание аппарата добровольных организаций не давало возможности развернуть их работу должным образом. Фактически активная работа велась в крупных организациях уровня губернии (области), района и города. На местах велась пропаганда лишь через литературу и плакаты, но так как они были платными, то практически не раскупались и возвращались назад приславшим их организациям. Часто членство в ячейках (организациях) сводилось лишь к уплате членских взносов, реальная же работа, направленная на развитие воздушного флота, не проводилась или проводилась формально, так сказать, для отчетности. Но при этом число членов общества неуклонно росло. «Число членов по Омскому Губернскому Обществу друзей Воздушного Флота на 1.06.1925 года – 24 040 человек»³.

По образцу ОДВФ была создана еще одна организация – Общество друзей химической обороны и химической промышленности (или сокращенно – Доброхим). 3 июня 1924 года при Сибревкоме группой работников партийных, профсоюзных, советских и военных областных и губернских организаций было организовано «Сибирское общество друзей химической обороны и добровольной химической промышленности» – Сибдоброхим, подчиненное всероссийскому обществу Доброхим.

13 марта 1925 года ОДВФ объединилось с Доброхимом в единое Общество друзей авиационной обороны и промышленности СССР (Авиахим). Работа по ликвидации отдельных организаций ОДВФ и Доброхима и созданию Авиахима в Сибири, как было отмечено на заседании бюро президиумов Авиахима СССР и РСФСР 20 октября 1925 года, затянулась. Указано было и на запутанность их денежных расчетов с центральными органами Авиахима и материальных взаимоотношений с третьими лицами⁴.

Задачей общества Авиахим являлось содействие росту и развитию авиационной и химической промышленности и обороне СССР. Для ее решения Авиахим привлекал к своей работе широкие массы трудового

³ ГАНО. Ф. 1186. Оп. 1. Д. 38. Л. 3.

⁴ Там же. Д. 185. Л. 121.

населения, мобилизовывал все общественные силы, организуя лаборатории, научно-исследовательские экспедиции, воздушные линии и перелеты, авиахимклубы и уголки, планерные состязания и др. В целях агитации и вовлечения населения в работу Авиахима издавались местные периодические органы и два центральных журнала «Самолет» и «Доброхим».

К середине 1925 года Авиахимом было издано до 4 млн экземпляров книг и брошюр, 200 тыс. плакатов и демонстраций. Уже в первый год существования в Авиахиме было 30 тыс. ячеек (объединявших 3 млн человек), 5281 авиатехнических курсов. В 1926 году воздушный флот получил 159 самолетов, построенных на средства Авиахима [Самойлов, 1985]. Стремительно росло количество членов общества. Одним из наиболее интересных способов привлечения населения к помощи в создании и развитии отечественной авиации были агит-полеты. Как это происходило в Сибири, можно узнать из сохранившихся архивных документов – отчетов, статей и т. д., например, отчет Сибавиахима за август 1925 года: «...в 3 часа дня произведены агит-полеты для крестьян. Получили воздушное крещение 3 женщины, 1 киргиз и 5 крестьян. Настроение крестьян было сильно повышенное. За 23 августа в общество записалось 85 крестьян, распродано акций Добролета на 200 рублей»⁵. Еще один пример – агит-полет аэроплана Ново-Николаевского Губернского ОДВФ в Каргат: «Снег, ветер летчику в лицо. Но тверды уверенные руки, и стройный "Сопвич" (система летательного аппарата, 120 л/с, скорость 145 верст/час. – прим. авт.) мощно режет воздух. 1 час 20 минут и самолет перелетел из Ново-Николаевска в Каргат. Сельчане поднаперли так, что милиция едва сдерживала пыл. Опасно – поломают самолет. Крестьянину первое дело – товар пощупать. 31 марта аэропорт перелетел в Канск. Летел быстрее ветра 1 час 3 минуты... и там летело 10 человек»⁶.

Мы можем представить себе, что испытывали крестьяне из деревень, когда впервые в жизни оказывались на борту самолета: «...при перелете в Барабинск на борт самолета был взят один человек (после полета его спросили о впечатлении от полета. – прим. авт.) ...сверху город как коробка спичек, а деревня наша как куча навозу в поле (он же по поводу полетов женщин на самолете. – прим. авт.) ...нонче бабе равноправие и в воздухе»⁷. Многие крестьяне, совершившие полет на самолете, просили потом выдать им какое-нибудь удостоверение, чтобы в деревне им поверили, что они летали⁸. Самолет в то время был еще в диковинку.

Постепенно отечественная авиационная промышленность увеличивала выпуск самолетов. «В 1923 году их было изготовлено около 150, а в 1924 году – 200» [Цит. по: История гражданской..., 1983, с. 41]. Знаменательным в истории советской авиации был 1925 год, когда страна отказалась от

⁵ ГАНО. Ф. 1186. Оп. 1. Д. 138. Л. 19.

⁶ Там же. Д. 162. Л. 12., Л. 13.

⁷ Там же. Л. 13.

⁸ Там же.

приобретения иностранных самолетов. Возросшие возможности авиапромышленности позволили начать замену иностранных самолетов отечественными. Значительное количество самолетов для гражданской авиации было построено в 1920-е годы на средства трудящихся страны.

В первые годы становления гражданского воздушного флота основным источником его пополнения специалистами различных категорий была военная авиация. Порядок подготовки и укомплектования ими гражданской авиации определялся специальной инструкцией от 25 октября 1923 года. Для отбора в гражданскую авиацию кандидатов из числа военных летчиков создавались приемные комиссии. На должность пилота допускались военные летчики в возрасте от 21 года до 40 лет, которые соответствовали установленным требованиям по физическому состоянию, обладали высокими морально-политическими качествами и имели не менее 300 часов налета на самолете. Кроме этого, они должны были на «отлично» знать материальную часть самолета, теорию полета и иметь опыт перелетов на дальние дистанции (не менее 100-200 км) [История гражданской..., 1983, с. 44].

Кандидаты, соответствующие указанным требованиям, направлялись на курсы обучения, организованные обществами воздушных сообщений. На этих курсах летчики совершенствовали свою теоретическую подготовку и выполняли практические полеты, как правило, на почтово-пассажирских самолетах в объеме 30-40 часов. По окончании обучения, лица, успешно выдержавшие экзаменационные испытания, получали свидетельство пилотов и допускались к полетам на воздушные линии гражданской авиации. Пилотские свидетельства различались по категориям. Свидетельство 1-го класса давало право на выполнение полетов с пассажирами и грузом, свидетельство 2-го класса – на выполнение полетов без пассажиров, а также полетов в спортивных и агитационных целях [Там же, с. 44].

В 1920-е годы многие военные летчики стали пилотами гражданской авиации. Среди них – А.Д. Алексеев, М.В. Водопьянов, И.В. Доронин, Я.Н. Моисеев, М.Т. Слепнев и многие другие.

В гражданскую авиацию поступало пополнение и из учебных заведений. Кадры для гражданской авиации готовились в Московском высшем техническом училище имени Н.Э. Баумана. Инженеров для гражданской авиации выпускал и факультет воздушных сообщений Ленинградского института инженеров путей сообщения. Авиационных инженеров готовили также в Киевском политехническом, Харьковском технологическом и в других институтах. Делу подготовки авиационных кадров для гражданской авиации во многом способствовали аэроклубы, авиамодельные и планерные кружки.

15 февраля 1929 года Совет Труда и Оборона СССР утвердил первый пятилетний план развития гражданского воздушного флота, который предусматривал увеличение протяженности воздушной сети СССР, а также переход полностью на эксплуатацию отечественной авиационной техники. В мае 1929 года эти основные задачи были утверждены на V Всесоюзном съезде Советов, на котором был принят первый пятилетний план развития

народного хозяйства. Предполагалось, что авиация должна была развиваться высокими темпами, так как огромные территории нашей страны и слабо развитая сеть наземных коммуникаций диктовали необходимость первоочередного развития воздушных сообщений.

В середине 1920-х годов началось активное строительство аэродромов, посадочных площадок, ангаров и других наземных сооружений для воздушного транспорта. Решение этой задачи осуществлялось на основе постановления Совета Труда и Оборона от 28 октября 1923 года, в соответствии с которым в непосредственной близости к городам и другим населенным пунктам, входившим в утвержденную Советским правительством сеть воздушных линий, отводились земельные участки для строительства аэродромов.

Первый аэродром Иркутска вырос из небольшой площадки на левом берегу Ангары, которую всего за несколько дней жители пригородных деревень Боково и Жилкино выровняли и установили на ней указательные знаки. Первым начальником иркутского аэропорта был назначен известный иркутский лётчик Александр Вениаминович Попов.

5 июня 1925 года на новом аэродроме приземлился первый самолёт. Это был Ю-13 «Промбанк», который приобрели в Германии на собранные в Иркутской губернии средства, а через несколько дней на станцию Иркутск прибыли ещё пять самолётов. Это произошло накануне грандиозного события – перелёта российских лётчиков по маршруту Москва – Пекин. Курс перелёта был проложен с остановками в нескольких городах и в том числе в Иркутске, Верхнеудинске (Улан-Удэ), Урге (Улан-Баторе). Весь Иркутск встречал участников перелёта на своей земле. Этот необыкновенный день в жизни иркутян 24 июня 1925 года и принято считать началом истории иркутского аэропорта, днём его рождения [Международный аэропорт..., б.г.]. На аэростанцию в Боково садились зарубежные самолёты из Японии, Франции, Дании, Германии и Польши.

Первое время аэродром закрывали на зимний период. И город погружался в относительное затишье. Но когда самолёты были поставлены на лыжное шасси, стали поддерживаться регулярные авиалинии.

Развитие авиации в городе продолжилось с появлением гидроаэропорта. Работники иркутской аэростанции во главе со своим руководителем А. Поповым обустроили водный аэродром на Ангаре, в районе Знаменского монастыря. Это единственное место на реке с прямым руслом было удобно для взлёта самолётов. Воздушной гаванью служил широкий и ровный участок, выходящий с одной стороны к Знаменскому монастырю, с другой – на Мяснорядскую улицу (в настоящее время это улица З. Франк-Каменецкого). Служебные помещения штаба «Добролёта» размещались в трёх деревянных домах в начале улицы Мяснорядской. Через шесть лет помещения гидропорта переместились в здание бывшей Знаменской церкви. С куполов церкви были сняты кресты, над колокольной помещён ветроуказатель.

15 июля 1923 года открылась первая в нашей стране регулярная линия Москва – Нижний Новгород. Первый рейс на этой линии выполнил летчик Я.М. Моисеев. В октябре 1923 года был утвержден ориентировочный трехлетний план развития воздушных линий в СССР. Планировалось открытие воздушных линий общей протяженности более 6 тысяч км. В том числе в Сибири и на Дальнем Востоке. В те же годы была подготовлена крупнейшая Транссибирская воздушная магистраль по маршруту: Москва – Казань – Свердловск – Омск – Новосибирск – Красноярск – Иркутск. Протяженность маршрута составила 4565 км. С 1 августа 1928 года начались регулярные полеты гидросамолетов по маршруту Иркутск – Якутск. Это была очень сложная трасса протяженностью 2706 км [История гражданской..., 1983, с. 47-48].

Открывались и международные воздушные линии. В 1926 году была открыта трасса Верхнеудинск (Улан-Удэ) – Урга (Улан-Батор). В 1928 году в Иркутске было создано Управление Сибирских воздушных линий с подчинением ему международной Бурят-Монгольской линии и Якутской воздушной линии. В положении о создании Управления указывалось, что оно создается в целях объединения всех работ по применению гражданской авиации в различных областях социалистического строительства на территории Сибирского края, Дальнего Востока, Якутской и Бурят-Монгольской автономных республик и увязки этих работ с общесоюзными заданиями. Таким образом, с 1928 года Иркутск становится центром авиационного строительства в Сибири и на Дальнем Востоке [Журавлев, 1998, с. 4].

В июне 1928 года начались регулярные рейсы в направлении северных территорий. И уже в августе состоялось открытие самой протяжённой в стране гидролинии Иркутск – Якутск, которая составила 2 706 километров. На Якутской линии было более десяти промежуточных аэропортов.

В летний период самолёты ставили на поплавки, и они стартовали с воды. В ту пору ни в Якутии, ни в Усть-Куте, ни в других пунктах, отрезанных от большой земли, не было не только аэродромов, но даже площадок, пригодных для посадки самолёта. И только могучая сибирская река Лена могла принять на свою прозрачную поверхность лодки-самолёты.

На самолёте Ю-13 «Моссовет» лётчиком Демченко был выполнен первый почтово-пассажирский рейс Иркутск – Бодайбо с остановками на реке вблизи крупных посёлков.

Условия перелётов на поплавковых гидросамолётах были очень сложными. Водораздел между Ангарой и Леной составлял 243 километра, двигатели были слабыми, кабины открытыми, бензина едва хватало на такое расстояние. Каждый рейс экипажа был рискованным и приравнялся к подвигу. Отважными пилотами-первопроходцами на гидролиниях Иркутск – Якутск и Иркутск – Бодайбо были В. Л. Галышев, Д. Н. Тарасов, У. К. Бергстрем, И. В. Доронин, М. Т. Слепнёв, О. А. Кальвица, А. С. Демченко [Воздушная гавань..., б.г.].

Кроме перевозки пассажиров и грузов, авиация занималась аэрофотосъемкой, что имело особое значение для составления и обновления планов и карт. Проводились эксперименты по применению авиации в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями лесов и полей. Авиация активно применялась для исследований Арктики. В целом она становилась важнейшей отраслью народного хозяйства страны.

Страна «заболела» авиацией. Особый восторг у граждан СССР вызывали дальние перелеты. Всей стране стали известны имена летчиков – Б.К. Веллинга, М.М. Громова, С.А. Шестакова и многих других.

В 1930-е годы авиация продолжала бурно развиваться. 29 октября 1930 года было образовано Всесоюзное объединение гражданского воздушного флота (ВО ГВФ). Оно заменило собой существовавшие акционерные общества типа «Добролет» и занималось организацией и эксплуатацией воздушных линий, планированием, регулированием и руководством деятельностью гражданской авиации. В 1932 году вместо ВО ГВФ было образовано Главное управление ГВФ при Совете Народных комиссаров СССР, на которое возлагалось регулирование всей деятельности гражданской авиации страны. В том же году был утвержден первый Воздушный кодекс СССР. Он являлся главным документом советского воздушного законодательства. Вообще в тот период в ГВФ осуществлялся целый комплекс мероприятий, направленных на улучшение деятельности воздушного флота. В 1932 году вводилось в действие Положение о категорировании личного состава ГВФ, вводилась форменная одежда и знаки различия для работников воздушного флота, введен в действие «Дисциплинарный устав ГВФ СССР», а также Положение об аттестации состава ГВФ.

В годы первых пятилеток, в соответствии с политикой индустриализации страны, была создана мощнейшая авиационная промышленность. Гражданская авиация стала оснащаться самолетами отечественного производства, созданными советскими авиационными конструкторами – А.Н. Туполевым, К.А. Калинин, Н.Н. Поликарповым, А.С. Яковлевым, В.Б. Шавровым и др.

С ростом масштабов и темпов развития ГВФ потребовалось развернуть сеть учебных заведений, осуществлявших подготовку квалифицированных авиационных кадров. В середине 1930-х годов специалистов с высшим образованием для Аэрофлота готовили Московский дирижаблестроительный институт и Ленинградский институт инженеров гражданского воздушного флота. «Постановлением Совета Народных Комиссаров от 25 августа 1933 года на базе авиационного факультета Киевского машиностроительного института был организован Киевский институт инженеров ГВФ» [История гражданской..., 1983, с. 71].

Для своевременной подготовки летного состава, подготовки и повышения квалификации авиарботников 10 октября 1934 года в Иркутске был создан учебно-тренировочный отряд (УТО).

В 1930-е годы в Иркутске началось строительство сухопутного аэропорта в районе Красных казарм. Основные авиаперевозки были переведены на новый аэродром, где и по сей день находится аэропорт. Открылась первая почтовая авиалиния Москва – Иркутск, на участке которой стали выполняться полёты до Красноярска, следом за ней – крупнейшая в мире авиамагистраль Москва – Владивосток и линия Иркутск – Могоча.

Иркутские авиаторы принимали участие в спасении челюскинцев. 13 февраля 1934 года в Чукотском море сильным сжатием льда пробило борт подводной части парохода «Челюскин». В машинное отделение хлынул поток воды вместе со льдом. Люди высадились на льдину, дрейфующую в Чукотском море, в 80 км от Берингова пролива. Пароход «Челюскин» вскоре затонул. Полярникам удалось спастись, а также они смогли спасти запасы продовольствия, одежды, топливо и имущество экспедиции. Был организован ледовый лагерь – «Лагерь Шмидта». В числе оказавшихся в ледовом плену были женщины и дети.

Узнав о случившемся, Правительство советской республики приняло решение об эвакуации людей на материк. Для их спасения были посланы самолеты. Челюскинцы были спасены. Это была беспрецедентная спасательная операция, продемонстрировавшая возможности авиации. 16 апреля 1934 года в стране было учреждено звание Героя Советского Союза.

Первыми этого звания удостоились семь лётчиков-участников спасательной операции – А.В. Ляпидевский, С.А. Леваневский, В.С. Молоков, Н.П. Каманин, М.Т. Слепнёв, В.М. Водопьянов, И.В. Доронин. Шесть лётчиков из семи являлись пилотами гражданской авиации.

Двое из семи героев были связаны с Иркутском. Маврикий Трофимович Слепнёв с 1930 года летал на воздушной линии Иркутск – Якутск. Иван Васильевич Доронин был командиром транспортного самолёта на линии Иркутск – Якутск – Бодайбо.

19 мая 1934 года Совет Народных Комиссаров принял Постановление «О реорганизации органов управления гражданского флота», согласно которому были образованы 12 территориальных управлений, включая Восточно-Сибирское. Территориальные управления как основные организационные и производственные звенья гражданского воздушного флота должны были осуществлять руководство всех видов гражданской авиации на обслуживаемой ими территории, наделялись правами и обязанностями по всем вопросам руководства подчиненными подразделениями и службами.

Начальником Восточно-Сибирского управления стал Александр Евгеньевич Голованов. Именно он является создателем советской авиации дальнего действия (АДД). Голованов принял хозяйство в незавидном состоянии: за долги были арестованы счета в банке, в здании управления было отключено водоснабжение, телефоны, электричество. Несмотря на трудности, новый начальник энергично взялся за дело. Рабочий день Александр Евгеньевич начинал в шесть часов утра в аэропорту, присутствуя на построении летного состава, утрясая на месте неувязки с вылетами

самолетов, вникая в детали подготовки экипажей, состояния аэродромов на трассах, наличия загрузки. Затем начальник управления уезжал в гидроаэропорт, который располагался на Ангаре, рядом со Знаменским монастырем. Во второй половине дня работал в управлении до позднего вечера. К тому же за сравнительно короткое время Голованов успешно освоил пилотирование нескольких типов самолетов и часто летал в качестве линейного пилота на трассе Иркутск – Якутск. Все это время Александр Евгеньевич жил на улице Горького, 36, в обычной коммунальной квартире. За 1935 год Восточно-Сибирское управление ГВФ выполнило производственный план по всем показателям, обеспечило безопасность полетов и вышло на первое место по Аэрофлоту. На трассы впервые в Советском Союзе вышли отечественные самолеты АнТ-7, рассчитанные на перевозку 7 пассажиров и 500 кг груза. Кроме руководства большими воздушными линиями, на Голованова были возложены обязанности по развитию так называемой исполкомовской авиации. Были сформированы летные отряды особого назначения, которые перевозили рабочих-старателей, геологов, доставляли грузы в труднодоступные таежные поселки [Голованов Александр..., 2008].

К 1940 году в Восточно-Сибирское территориальное управление ГВФ входило 7 воздушных линий союзного и 14 местного значения.

В связи с ростом объема воздушных перевозок и необходимостью повышения их регулярности появилась потребность в осуществлении массовых полетов в сложных метеорологических условиях и в ночное время. Для решения этих проблем в 1930 году был создан Научно-исследовательский институт связи и светотехники гражданского воздушного флота, в задачу которого входили разработка, испытание и внедрение необходимых радионавигационных и светотехнических средств.

Повышение регулярности и безопасности полетов в значительной мере зависело от четкой работы метеорологической службы. По мере развития воздушных сообщений расширялась и сеть метеостанций.

В 1930-е годы на отечественных самолетах были совершены выдающиеся полеты и перелеты, установлены множество авиационных рекордов. Среди них: 22 июля 1936 года, перелет экипажа в составе В.П. Чкалова, Г.Ф. Байдукова, А.В. Белякова на самолете АнТ-25 по маршруту: Москва – Земля Франца Иосифа – Северная Земля – бухта Тикси – Петропавловск-Камчатский – остров Удд (расстояние 9 374 км) за 56 часов 20 минут (всем членам экипажа было присвоено звание Героя Советского Союза); 18-20 июня 1937 года, перелет этого же экипажа на этом же самолете по маршруту Москва – Ванкувер, штат Вашингтон, США. Протяжённость перелёта составила 8504 километра. А уже 12 июля 1937 года экипаж в составе М.М. Громова, А.Б. Юмашева, С.А. Данилина установил новый мировой рекорд дальности полета – 11 500 км, пролетев это расстояние на самолете АнТ-25 по маршруту Москва – Северный полюс – Сан-Джасинто (Калифорния, США) за 62 часа 17 минут.

Успехи гражданского воздушного флота действительно впечатляли. К 1940 году в стране было построено 150 аэропортов. К лету 1941 года протяженность воздушных трасс составила более 146 тысяч км. Росла сеть учебных заведений ГВФ. Были открыты Сасовское, Краснокутское и Бугурусланское летные училища.

Дальнейшему поступательному развитию гражданского воздушного флота помешала война. 22 июня 1941 года фашистская Германия напала на СССР. Началась Великая Отечественная война. В связи с этим новые сложные задачи встали перед гражданской авиацией. Аэрофлот перешел в подчинение Народному Комиссариату обороны. Было сформировано несколько авиационных групп гражданского воздушного флота особого назначения и авиационные отряды для обеспечения частей Военно-Морского флота. Личный состав авиагрупп считался призванным в Красную Армию.

В сложной обстановке аэрофлот быстро перестроился на военный лад. Значительная часть пилотов, штурманов, техников и других специалистов была передана в военно-воздушные силы РККА, в частности в бомбардировочную авиацию, которую возглавил бывший начальник Восточно-Сибирского территориального управления ГВФ – А.Е. Голованов.

Вся деятельность гражданской авиации была подчинена фронту. В Иркутской области строились новые и реконструировались действующие аэродромы. Воздушные «извозчики», так называли лётчиков в тылу, доставляли оборудование, топливо, продовольствие, ценные металлы, которые после переплавки направлялись на производство боевой техники для Красной Армии. Лётчики Иркутска участвовали в перегонке по ленд-лизу на трассе Аляска (Фэрбенкс) – Красноярск американских самолётов на фронт. Иркутские трудящиеся, специалисты воздушного флота в суровых сибирских условиях своим самоотверженным трудом каждый день в течение долгих четырёх лет помогали стране приблизить час победы.

Созданный еще в 1934 году для совершенствования профессиональной подготовки летно-подъемного состава УТО, в годы войны превратился в учебный комбинат по подготовке авиационных кадров для фронта. В нем готовились пилоты, стрелки-радисты, бортмеханики. Всего было подготовлено и убыло на фронт более 2 тысяч авиационных специалистов [Журавлев, 1998, с. 6].

На фронте храбро сражались иркутские авиаторы: М.С. Скрыльников, Г.С. Бенкунский, Ф.А. Соловьёв, В.В. Васильев, В.В. Попов и другие. Двенадцать пилотов стали Героями Советского Союза. П.Д. Егорову позже было присвоено звание Героя Российской Федерации.

После войны началось восстановление народного хозяйства страны. В 1946 году гражданский воздушный флот перестроился на работу в мирных условиях. Завершающим этапом перехода на мирный лад стало расформирование в сентябре 1946 года всех предприятий, полков и дивизий ГВФ, входивших в годы войны в состав военно-воздушных сил. Летно-технический состав, а также самолетный парк были переданы территориальным управлениям ГВФ. В кратчайший срок была полностью

восстановлена довоенная сеть воздушных линий. Началось открытие новых направлений. Возобновились регулярные пассажирские перелёты, в том числе по маршруту Иркутск – Бодайбо – Якутск, Иркутск – Москва.

Продолжилось и оснащение аэрофлота новой авиационной техникой. Поступил в эксплуатацию самолет Ил-12, позднее Ил-14, а также Ан-2, Як-12 и др. Удельный вес поступавших в аэрофлот самолетов новых типов постоянно увеличивался. Если в конце 1947 года он составлял немногим более 24 % самолетного парка, то в конце 1948 года достиг 40 % при общем увеличении количества тяжелых самолетов на 29 % [История гражданской..., 1983, с. 158].

Развитие сети воздушных линий, увеличение парка авиационной техники и новые задачи, стоящие перед ГВФ, требовали новых квалифицированных кадров. В стране постепенно росло количество авиационных учебных заведений.

27 июня 1947 года было принято Постановление Совета Министров СССР № 2243-661с. «О реорганизации учебных заведений ГУ ГВФ при Совете Министров СССР», в котором предлагалось реорганизовать Егорьевскую школу пилотов первоначального обучения ГВФ в Егорьевское авиационное техническое училище ГВФ по подготовке авиационных техников; открыть Троицкое авиационное техническое училище по подготовке техников со сроком обучения 2 года 6 месяцев; Арзамасскую, Актюбинскую, Сыр-Дарьинскую, Курганскую и Иркутскую школы младших авиационных специалистов ГВФ для подготовки механиков и радистов с одногодичным сроком обучения. В Постановлении предписывалось передать Главному управлению ГВФ для организации Троицкого авиационного технического училища помещения военных городков (3 казармы, 3 классных помещения, административный корпус, помещение клуба, 11 жилых домов, 13 складских помещения и т.д., всего 42 здания), находящиеся ранее в ведении Министерства Обороны СССР. К сожалению, ничего подобного Иркутская школа авиационных механиков не получила. Школа формировалась на базе ранее указанного УТО Восточно-Сибирского управления ГВФ. В Постановлении также указывалось о введении в летных и технических училищах ГВФ военного обучения, в связи с чем учащиеся освобождались от призыва в Советскую Армию, кроме того, они обеспечивались бесплатным питанием и форменным обмундированием [Журавлев, 1998, с. 8].

Так начиналась история Иркутского авиационного технического училища. Первым его начальником стал Виктор Алексеевич Иванов. 1 ноября 1947 года, после состоявшегося первого набора курсантов в составе 134 человек, начался первый учебный год училища. Конечно, было немало трудностей в первый период его деятельности. Не было необходимых помещений, не хватало материально-технических средств, учебной литературы и пособий. Не хватало кадрового состава. В те годы на должности преподавательского и командно-начальствующего состава назначались лица, не всегда соответствующие установленным требованиям,

например, по уровню образования, должной квалификации и т.п. Но это были люди, прошедшие войну. Среди них назначенный на должность командира учебной роты Лев Архипович Кукуев.

В 1941 году Лев Архипович закончил среднюю школу № 9 г. Иркутска. Как и другие выпускники он, наверное, строил планы на будущее, о чем-то мечтал... Но началась война, и уже в июле 1941 года Кукуев (как имеющий среднее образование) был отправлен в военное училище (ускоренный выпуск). В 1942 году он попадает на фронт и назначается командиром саперного взвода. Лев Архипович прошел всю войну – битва под Москвой, Брянск, Орел, Сталинград, Варшава, Берлин – таков его боевой путь, а о его боевых заслугах говорят боевые награды – Орден Боевого Красного Знамени, Орден Отечественной войны (I степени), Орден Отечественной войны (II степени), Орден Красной Звезды. В 1947 году майор Кукуев был демобилизован и вернулся в Иркутск. В Иркутском авиационном техническом училище он проработал 10 лет. В это же время он занялся литературной деятельностью. В 1958 году Лев Архипович был принят в члены Союза писателей СССР. В период с 1968 по 1971 гг. был членом Правления Союза писателей РСФСР, занимал должности директора Восточно-Сибирского книжного издательства, руководителя Иркутской писательской организации, ответственного секретаря Иркутской писательской организации.

Лев Архипович – автор романов «Живые и мёртвые» (не путать с романом К. Симонова, роман Кукуева вышел на 2 года раньше, совпали названия), «Море в ладонях», «Эстафета», военных воспоминаний «Полевая сумка», сказок, рассказов и повестей для детей [Война прошла..., б.г.]. Вот такие люди работали в училище.

В первой половине 1954 года принимается решение о создании в конструкторском бюро, возглавляемом А.Н. Туполевым, первого пассажирского реактивного самолета – Ту-104. Самолет предназначался для эксплуатации на магистральных воздушных линиях.

С этого же года для авиации Восточной Сибири начинался новый этап ее истории. 30 декабря 1954 года аэропорт Иркутск получил статус международного и начал обслуживать рейсы в Монголию и Китай. На аэродроме была построена первая в Восточной Сибири бетонная взлётно-посадочная полоса, благодаря которой иркутский аэропорт мог одним из первых аэропортов в СССР принимать реактивные самолёты Ту-104, а позже Ту-134 и Ту-154. 15 сентября 1956 года самолет Ту-104 совершил первый регулярный рейс с пассажирами по маршруту Москва – Иркутск.

Стремительное развитие авиационной техники, рост пассажирских и грузовых перевозок, выполняемых гражданской авиацией, требовал квалифицированных кадров. 26 мая 1954 года было принято решение о начале подготовки инженеров гражданской авиации в г. Иркутске (основание: приказ начальника Киевского института гражданского воздушного флота № 48 /л от 26.05.1954 г.). В Иркутске был создан учебно-консультационный центр.

Активный выход СССР на международную арену во второй половине 1950-х годов, рост научных, торговых и культурных связей нашей страны обусловили необходимость развития международных воздушных сообщений аэрофлота со странами Западной Европы, Азии и Африки. Советская гражданская авиация, освоившая новую реактивную технику, была способна решить такую задачу. В этот период были заключены межправительственные соглашения о воздушных сообщениях Советского союза с Норвегией, Швецией, Данией, ГДР, Францией, Великобританией, Бельгией, Монголией, Афганистаном и рядом других стран. В 1956 году на самолетах марки Ту-104 были выполнены рейсы с пассажирами по международным линиям: Москва – Прага, Москва – Ташкент – Дели и др. В сентябре 1957 года был совершен первый в истории реактивной авиации межконтинентальный рейс из СССР в США [История гражданской..., 1983, с. 207].

В 1960-х годах в Киевском институте инженеров гражданской авиации началось обучение студентов из развивающихся стран Азии и Африки. С каждым годом число иностранных студентов увеличивалось. В институте обучались студенты из 30 стран мира.

1 сентября 1960 года в Иркутском авиационном техническом училище (ИАТУ) началась подготовка курсантов, прибывших из Монгольской Народной Республики (МНР), будущих авиационных специалистов монгольской авиации. Первая группа курсантов, прибывших в Иркутск, состояла из 12 человек. Уровень образования у них был не высоким, только двое из прибывших имели образование в объеме 10 классов средней школы. У остальных он составлял 8–9 классов. План подготовки будущих авиационных техников включал в себя программу по самолетам Ил-14 и Ан-2. Кроме того, курсантам предстояло ознакомиться с основными сведениями по самолету Ту-104. Сделать это было не просто, так как монгольские курсанты плохо знали русский язык, а обучать их предстояло без переводчиков. Несмотря на все сложности, которые возникли в ходе обучения монгольских курсантов, через три года, в 1963 году состоялся первый выпуск монгольских авиационных специалистов. Два курсанта из числа выпускников окончили училище с отличием [Астраханцев, 1922]. Сотрудничество училища с МНР в дальнейшем продолжалось еще и в 1970-е годы. Всего, за все время этого сотрудничества было осуществлено 11 выпусков курсантов и подготовлено 69 авиационных специалистов из Монголии.

20 марта 1967 года на базе Иркутского учебно-консультационного центра был создан Иркутский филиал Киевского института инженеров гражданской авиации (основание: приказ министра гражданской авиации СССР № 185 от 20.03.1967 г.). Первым директором филиала был назначен Никитин Иван Семенович – опытный инженер гражданского воздушного флота.

В 1960-1980-е годы продолжалось развитие авиационной техники. В этот период были созданы, пожалуй, лучшие самолеты для отечественной гражданской авиации. Конструкторское бюро, возглавляемое

С.В. Ильюшиным, создало дальний магистральный самолет Ил-62. Самолет с успехом был продемонстрирован на международных авиационных выставках в Ле Бурже, Турине, где получил очень высокую оценку. Для авиалиний средней дальности в ОКБ А.Н. Туполева был создан Ту-134, позднее Ту-154. Самолеты отлично зарекомендовали себя в ходе длительной эксплуатации. Для местных авиалиний был создан реактивный самолет под маркой Як-40, ОКБ А.С. Яковлева. В ОКБ О.К. Антонова были созданы самолеты Ан-12 и Ан-24. Активно развивалось отечественное вертолетостроение. Вертолеты Ми-2, Ми-6, Ми-8, Ка-26 и другие были известны во всем мире. И это далеко не все образцы отечественной авиационной промышленности того времени.

К моменту распада СССР, гражданская авиация являлась мощнейшей отраслью народного хозяйства страны. Она включала в себя тысячи предприятий, авиационные заводы, аэропорты, конструкторские бюро, научно-исследовательские институты, учебные заведения различного профиля, авиационные центры подготовки и переподготовки летно-технического состава, огромный парк отечественной авиационной техники, миллионы километров воздушных трасс, охватывающих территорию всей страны, международные авиалинии, связывающие Советский союз со всем миром. Советское объединение авиаэкспорт за период своего существования продало 5 157 единиц авиатехники в 68 стран мира.

В связи с распадом СССР Иркутский филиал Киевского института инженеров гражданской авиации был передан в подчинение Московского института инженеров гражданской авиации (основание: приказ министра гражданской авиации СССР № 270 от 20.11.1991 г.). Затем филиал получил новое название – Иркутский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации (основание: приказ государственного комитета РФ по высшему образованию № 55 от 06.07.1993 г.).

90-е годы XX века оказались очень драматичными и для страны в целом, и для Аэрофлота. После распада СССР прекратило существование Министерство гражданской авиации. Не стало и единого прежде авиаперевозчика – Аэрофлота. Он распался на множество (около 300) новых авиационных структур – авиакомпаний, концернов, ассоциаций, объединений, корпораций и т.п. Некоторые из них были настолько малы, что их парк не превышал одного – двух самолетов. Из 1 400 аэропортов, существовавших в годы СССР, в стране осталось около 300. Развал Аэрофлота резко ослабил всю систему воздушного транспорта страны. В стране был взят курс на рыночную экономику. По замыслу инициаторов такого перехода, рынок должен был создать, в частности, на воздушном транспорте определенную конкурентную среду и на базе рыночных экономических отношений не только полностью удовлетворить потребности страны в авиационных перевозках, но и обеспечить резкое повышение их качества. Вхождение в рынок оказалось намного сложнее, чем предполагалось вначале. С одной стороны, воздушный транспорт столкнулся

с невиданным ростом цен на энергоносители, многократным увеличением стоимости авиатехники, значительным удорожанием оборудования и запасных частей, других материальных ресурсов. Так, цены на авиационный керосин в 1993 году поднялись в 200 раз по сравнению с ценами 1991 года. С другой, – сыграли отрицательную роль трудности, связанные со структурной перестройкой и кадровыми изменениями в отрасли. Поддавшись эйфории «самостоятельности» и «независимости», чуть ли не повсеместно, увлекшись сиюминутной выгодой, стали разрушать налаженные годами связи, а рыночную конкуренцию восприняли не как здоровую состязательность друг с другом, а как стремление любой ценой «урвать» для себя побольше и обмануть так называемого партнера. В результате уже в 1992 году в России резко упали объемы авиаперевозок, закрылась часть местных воздушных линий, с перебоями стали работать магистральные аэропорты и трассы. Одновременно снизилась культура обслуживания пассажиров, возросла аварийность, обострилась криминогенная обстановка. В довершение ко всему этому отрасль, которая на протяжении многих лет была прибыльной, превратилась в убыточную [Процессы, характерные..., б.г.].

Таким образом, кризисные процессы, начавшиеся в российской экономике и сопровождавшие ход ее реформирования, обусловили тяжелый кризис и на воздушном транспорте. От бывшего величия Аэрофлота практически ничего не осталось, кроме эмблемы.

В 2000-е годы ситуация в гражданской авиации по сравнению с предшествующим десятилетием 90-х улучшилась. Гражданский воздушный флот «вышел из крутого пике», но проблем оказалось слишком много. Отечественная авиационная промышленность нуждается в глубоком реформировании и пока не в состоянии удовлетворить запросы гражданской авиации. Производство магистральных самолетов из серийного стало штучным. Парк воздушных судов составляют в абсолютном большинстве самолеты иностранного производства. Вызывает озабоченность состояние наземной инфраструктуры, построенной в основном еще в советское время. Недостаточен технический и технологический уровень наземной техники и оборудования.

В настоящее время гражданская авиация России обременена грузом огромных и сложных проблем. Они связаны не только с внутриотраслевыми кризисными явлениями, с общим состоянием экономики страны, но и кризисом геополитических изменений.

В заключение хотелось бы сказать, что гражданская авиация нашей страны прошла долгий и славный путь. Созданная в 20-е годы XX столетия, начав свой путь с пассажирских и грузовых перевозок всего лишь по нескольким коротким маршрутам, она вскоре превратилась в ведущую отрасль народного хозяйства, без которой было уже невозможно представить развитие страны. Авиация стала неотъемлемой частью транспортной системы России. По многим показателям она заняла ведущее место в мире.

Вместе со страной авиация пережила трудные годы Великой Отечественной войны и послевоенного восстановления, при этом во многом

благодаря авиации страна одержала как победу над врагами, так и победу над разрухой.

На протяжении многих десятилетий воздушный флот был самым удобным и самым быстрым транспортом для миллионов людей. Авиация стала связующим звеном всех отраслей народного хозяйства – промышленности, сельского хозяйства, здравоохранения, научных исследований и др. Огромная заслуга в этом принадлежит работникам гражданской авиации – высококвалифицированным специалистам, любящим свою профессию. Россияне имеют право гордиться яркой и самобытной историей своей гражданской авиации.

Современная гражданская авиация России – одна из важнейших отраслей не только транспортного комплекса, но и всей отечественной экономики в целом. Только в 2022 году, несмотря на введенные в отношении отрасли санкции, российскими авиакомпаниями было перевезено свыше 95 млн человек.

На новом этапе развития гражданской авиации, в нашей стране внедряются в жизнь новейшие технологические идеи. Так в процессе создания нового магистрального лайнера МС-21 освоена технология изготовления крыла из композитных материалов российского производства и революционная технология электромеханического привода поворота стабилизатора. Разработан и готовится к серийному производству перспективный двигатель ПД-14. В высокой степени готовности находится двигатель ПД-8 для Суперджет-100 и Бе-200. Созданы российские аналоги авионики для лайнеров МС-21 и Суперджет-100. Эти и другие достижения российских инженеров дают возможность нашей стране создавать полностью импортозамещенные версии воздушных судов, выйти на мировой уровень развития авиастроительной отрасли с продуктами, ничем не уступающими аналогичным продуктам западных производителей.

Сегодня, когда на нашу страну оказывается всестороннее давление «коллективного запада», вводятся всё новые и новые пакеты санкций, гражданская авиация России продолжает активно развиваться. В различных регионах страны открываются новые и реконструируются старые объекты авиационной инфраструктуры, создаются новые образцы авиационной техники, в авиационных вузах открываются новые востребованные специальности и направления подготовки высококвалифицированных кадров, осваиваются новые воздушные трассы. Всё это результат самоотверженного труда российских авиаторов, преданных своей профессии – людей, влюбленных в небо!

Библиографический список

1. *Астраханцев О. Н.* История становления и развития системы подготовки военных авиационных кадров в Сибири: 1910-1991 гг.: дис. ... д-ра ист. наук: 07.00.02 / Астраханцев Олег Николаевич. Иркутск, 2019. 638 с.
2. *Астраханцев О. Н.* Подготовка монгольских авиационных кадров в Иркутском авиационном техническом училище в 1960-е гг. // Сборник трудов: Приграничное сотрудничество: исторические события и современные реалии. Материалы

международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию высшего языкового образования в Забайкальском крае. Чита, 2022. С. 165-167.

3. Воздушная гавань Иркутска. От воздушного шара до реактивных самолетов. // [Электронный ресурс] – URL: <https://moi-goda.ru/nasha-istoriya/vozdushnaya-gavan-irkutska-ot-vozdushno-shara-do-reaktivnich-samoletov> (дата обращения 01.03.2023)

4. Война прошла через его сердце к 100-летию со дня рождения Иркутского писателя Льва Архиповича Кукуева // [Электронный ресурс] – URL: https://lib38.ru/sobytiya/novosti/vojna_proshla_cherez_ego_serdce._k_100_letiyu_so_dnya_rozhdeniya_irkutskogo_pisatelya_lva_arhipovicha_kukueva/ (дата обращения 01.03.2023)

5. Голованов Александр – главный маршал авиации // [Электронный ресурс] – Копейка, № 24 от 18 июня 2008 года URL: <http://baik-info.ru/kopeika/2008/24/007001.html> (дата обращения 01.03.2023)

6. Государственный архив Российской Федерации (ГАРФ). Ф. 7577. Оп.1. Д. 27. Л. 1.

7. Журавлев И. М. Далекое и близкое: Очерк истории полувекового пути Иркутского авиационно-технического училища (1947-1997 гг.). Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1998. 304 с.

8. История гражданской авиации СССР: научно-популярный очерк / под общ. ред. Б. П. Бугаева. М.: Воздушный транспорт, 1983. 376 с.

9. Кузин А. В. Военное строительство на Дальнем Востоке СССР (1922–1941 гг.): дис. ... д-ра ист. наук: 07.00.02 / Кузин Андрей Васильевич. Иркутск, 2004. 459 с.

10. Международный аэропорт Иркутск // [Электронный ресурс] – URL: <https://iktport.ru/ru/about/history.html> (дата обращения 01.03.2023)

11. Процессы, характерные для отрасли в 90-е годы // [Электронный ресурс] – URL: <https://infopedia.su/2x5489.html> (дата обращения 02.03.2023)

12. Самойлов А. Д. Деятельность Коммунистической партии по осуществлению военной реформы 1924–1925 гг. // Воен.-ист. журн. 1985. № 11. С. 60-64.

УДК 347.823.21

DOI 10.51955/2312-1327_2023_1_27

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ И МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ИЗНОСА И ЗАМЕНЫ ОБОРУДОВАНИЯ

*Николай Сергеевич Херсонский,
orcid.org/0000-0003-1296-7131,
кандидат технических наук,
генеральный директор ООО «СОЮЗСЕРТ»,
ул. Викторенко, д. 7, корпус 30
Москва, 125167, Россия
hersn@yandex.ru*

*Людмила Геннадьевна Большедворская,
orcid.org/0000-0002-1425-7398,
доктор технических наук, профессор кафедры БПиЖД
Московский государственный технический
университет гражданской авиации,
Кронштадтский бульвар, д. 20
Москва, 125993, Россия
l.bolshedvorskaya@mstuca.aero*

Аннотация. В данной статье разработана и показана практическая применимость математических моделей для оценки износа оборудования. Согласно свойству основных фондов, к которому относится оборудование, оно подлежит замене под воздействием факторов физического и морального износа. В связи с этим актуальность проведенного исследования обусловлена поиском моделей оценки их состояния в заданный момент времени. Сложность разработки таких моделей обусловлена тем, что характеристики работоспособности оборудования – это случайные величины и случайные функции. При планировании работы предприятия необходим учет статистических характеристик живучести оборудования. Только таким образом можно заранее предусмотреть количество обновляемого оборудования, порядок профилактических работ и сроки, в которые следует производить замену оборудования, чтобы обеспечить бесперебойное выполнение производственной программы без излишних инвестиционных затрат предприятия.

Ключевые слова: математические модели, износ и замена оборудования, оптимизация.

SELECTION AND JUSTIFICATION OF METHODS AND MATHEMATICAL MODELS OF EQUIPMENT WEAR AND REPLACEMENT

*Nikolai S. Khersonsky,
orcid.org/0000-0003-1296-7131,
candidate of technical sciences,
General Director of SOYUZCERT LLC,
7, building 30, Viktorenko St.
Moscow, 125167, Russia
hersn@yandex.ru*

*Ludmila G. Bolshedvorskaya,
orcid.org/0000-0002-1425-7398,
Doctor of Technical Sciences
Professor of the Department of BP&ZhD
Moscow State Technical University of Civil Aviation,
Kronstadtsky boulevard, 20
Moscow, 125993, Russia
l.bolshedvorskaya@mstuca.aero*

Abstract. The authors develop and show the practical applicability of mathematical models for assessing the wear of equipment. According to the property of fixed assets, which equipment belongs to, it has to be replaced as a result of wear and tear. In this connection, the relevance of the conducted research is caused by the search of models for assessing their state at a given moment of time. The complexity of developing such models is due to the fact that the characteristics of equipment performance are random values and random functions. When planning the work of the enterprise it is necessary to take into account the statistical characteristics of the survivability of the equipment. Only in this way it is possible to foresee in advance the amount of renewable equipment, the order of preventive maintenance and the terms in which equipment should be replaced to ensure uninterrupted implementation of the production program without excessive investment expenditures of the enterprise.

Key words: mathematical models, wear and replacement of equipment, optimization.

Введение

Для любой организации вне зависимости от формы собственности и ведомственной принадлежности важное значение имеет состояние и использование производственных ресурсов, активной частью которых являются основные фонды. Особенность основных фондов заключается в их многократном использовании в процессе производства продукции или оказания услуг. При этом, под влиянием амортизации основные фонды теряют не только первоначальную стоимость, но и отражают свое участие в деятельности организации в зависимости от их физического и морального износа. Это обусловлено тем, что производительность оборудования снижается по мере его износа, а затраты на поддержание работоспособного состояния растут, что весьма актуально не только для конкретного эксплуатационного предприятия, но и для машиностроительной отрасли в целом. Превентивные меры по организации технического обслуживания, ремонта или своевременной замены оборудования во многом определяют эффективность работы предприятия.

С одной стороны, внедрение нового оборудования способствует повышению производительности труда, снижению трудоемкости работ, сокращению количества брака и, как следствие, снижению себестоимости продукции. Однако, на фоне приобретения и внедрения более совершенных основных фондов могут возникнуть внеплановые расходы, к которым относятся: демонтаж действующего оборудования и монтаж нового, разработка или адаптация программы производства продукции, подготовка и повышение квалификации кадров и другие. Поэтому установление эффективных сроков службы оборудования играют важную роль для перспективного планирования выпуска новых машин и запасных частей.

Актуальность решения таких задач обострилась в последние годы для предприятий, где производственные процессы подвергаются быстрым технологическим изменениям. Это обусловлено тем, что оборудование различается по производительности, надежности, срокам службы; затратами на ремонт и уход; требованиями к технологическому процессу и к квалификации обслуживающего персонала. Сложность решения такой задачи заключается в выборе наиболее эффективного оборудования, обеспечивающего выполнение производственного плана.

В связи с этим результатом данного исследования явились выбор и обоснование математических моделей износа и замены оборудования, разработанных на основе теории исследования операций. При этом были учтены закономерности изменения состояния оборудования, его ценности и затраты на поддержание работоспособности, что позволит на практике разработать рациональные графики ремонта и замены оборудования.

Материалы и методы

Исследованию преимуществ и недостатков различных методов оценки стоимости машин и оборудования, используемых в практике при расчете их физического и морального износа, посвящено значительное количество теоретических и практических работ [Грибанова, 2014, с. 25-33; Мязова и др., 2010. с. 45-50; Кулаков и др., 2020, с. 97-105; Мордасов и др., 1999, с. 270-276].

Так, например, один из методов основан на применении жестких статистических данных, когда величина износа приравнивается к величине амортизационных отчислений, умноженных на срок эксплуатации. Другой метод ориентирован на экспертную оценку, характеризующую физическое состояние рассматриваемого оборудования. Ограниченность практической применимости данных методов нередко обусловлена недостаточностью статистической информации по видам оборудования и наличием высокой степени зависимости экспертной оценки от субъективности и компетентности привлекаемых экспертов.

На этом основании заслуживает внимания работа, в которой представлено теоретическое обоснование метода предельной эффективности для интегральной оценки износа машин и оборудования [Киришев, 2009, с. 118-123]. Проанализировав полученные автором выводы, можно подчеркнуть, что расчет износа по амортизационным нормам, принятым в бухгалтерском учете, и применение коэффициентов, отражающих снижение стоимости оборудования в соответствии со сроком службы, является одним из самых простых и наиболее часто применяемых методов. Достоинством такого подхода является то, что установленные нормы могут быть выражены коэффициентами, призванными отразить снижение стоимости исследуемого объекта в соответствии с его возрастом. Однако такой подход также имеет недостатки, поскольку не учитывает реального физического состояния оборудования.

Кроме этого, методы, основанные на экспертном способе оценки, предполагают привлечение специалистов – экспертов, обладающих компетентностью. На основании этого целесообразно рассмотреть методы, выстроенные на основе количественных показателей, оценивающих состояние износа оборудования посредством сопоставления номинальных, паспортных и фактических текущих значений технических характеристик оборудования, например, производительности, мощности, грузоподъёмности, энергоёмкости с целью проведения последующего анализа влияния степени износа оборудования в диапазоне от номинальных значений до предельных.

Такой подход оправдан, так как при ухудшении количественных показателей, характеризующих снижение производительности, мощности оборудования могут привести к увеличению риска отказа оборудования или увеличению количества брака.

В работе [Новоселов и др., 2018, с. 75-88] рассматривается проблема отказа оборудования с учётом тяжести негативных последствий. Авторами проведен детальный анализ методов и предложен интегрированный подход для прогноза физического износа, который основан на синтезе экспертных оценок и нормативного метода. Сформулированные рекомендации были апробированы для ряда предприятий, а полученные результаты оказались соответствующими экспертным ожиданиям, что позволяет утверждать о целесообразности использования данного подхода в различных отраслях для обоснования перехода к использованию более эффективных технологий.

Использование эффективных технологий предопределяет общий уровень промышленного производства, о чем заявлено в работе «Оценка технического уровня промышленного производства» [Грибанова, 2014, с. 25-33]. Автором подчеркивается, что основа оценки технического уровня производства должна базироваться на нескольких важных принципах, основными из которых являются:

- системность при рассмотрении взаимосвязанных характеристик объекта;
- целенаправленность оценки технического уровня развития объекта;
- оптимальность при выборе показателей оценки;
- приоритетность характеристик оцениваемого объекта.

Таким образом, оценка технического уровня производства находится в тесной взаимосвязи с состоянием физического и морального износа основных фондов предприятий. Поэтому разработка математических моделей оценки износа и замены оборудования является одной из стратегически важных задач для принятия решений в области разработки программ инновационного развития.

Результаты

Решение разнообразных задач, связанных с рациональным использованием оборудования, требует вычисления среднего времени безотказной работы, дисперсии срока службы, среднего числа замен за

фиксированный промежуток времени и других показателей [Бахвалов и др., 2020; Фихтенгольц, 1966; Канторович и др., 1962; Левин, 1957].

В связи с этим в работе была проведена оценка современных достижений теоретических и экспериментальных методов и моделей для определения степени износа и оптимального времени замены оборудования [Игонин, 2012, с. 12-19; Кулаков и др., 2020, с. 97-105; Митюшов, 2010, с. 12-15; Смоляк, 2017, с. 75-87].

Результатом научных достижений, представляющих интерес в формате проводимого исследования, можно выделить математическую модель, которая описывает износ оборудования в зависимости от степени внешних воздействий, используя нейронные сети [Давенпорт, 1960; Митюшов, 2010, с. 12-15]. Однако, такой подход требует значительного количества информации о состоянии однотипного оборудования, тем самым практическая применимость модели может иметь существенные ограничения. Этот недостаток может быть устранен посредством использования экспертных оценок износа оборудования [Смоляк, 2017, с. 75-87].

Тем не менее, даже если состояние детали машины известно, могут возникнуть сложности с определением срока выхода ее из строя. При этом замена или ремонт узла, в который входит данная деталь, могут быть экономически не целесообразными. В связи с этим вероятностные модели не нашли широкого практического применения, уступив законные преимущества теории надежности, в которой сроки службы машин рассматриваются случайными событиями [Гнеденко, 1954; Крамер, 1975].

Попытки реабилитировать эффективность применения экспертного подхода для прогнозирования остаточного ресурса оборудования были предприняты в работе «Индивидуально-групповое прогнозирование остаточного ресурса измерительных комплексов по экономическому критерию» [Миронов и др., 2016, с. 25-30]. Предлагается прогнозирование предельного срока службы оборудования проводить на основе моделей, практическая применимость которых может быть связана с разными ситуациями [Бартлетт, 1990]. Например, в случаях, когда причиной увеличения эксплуатационных затрат является рост стоимости поддержания оборудования в работоспособном состоянии на фоне интенсивности отказов функциональных систем. Или рост затрат по устранению внезапных отказов оборудования и их последствий. Основным достоинством предложенной модели является получение интервальных прогнозных оценок изменения эксплуатационных затрат, а также значений выхода их за предельно допустимый уровень, что может быть использовано при принятии решения о сроках модернизации или замене действующего оборудования.

Большая часть моделей износа являются детерминированными моделями. Однако такие модели не учитывают последствия флуктуации параметров. Более сложными для исследования, но и более содержательными, являются вероятностные модели износа, которые выстраиваются на основании статистических данных (рис. 1).

На основе теории износа и замены оборудования были разработаны следующие модели:

- случайный износ, функция продолжительности службы оборудования (функция живучести);
- вероятность замены оборудования;
- интенсивность замены оборудования
- для случая, когда оборудование не является новым;
- обновление оборудования при неслучайном износе.

В данной статье приведены две модели: оптимальное время замены оборудования с учетом коэффициента эффективности капиталовложений (процента на капитал) и случайный износ, функция продолжительности службы оборудования (функция живучести).

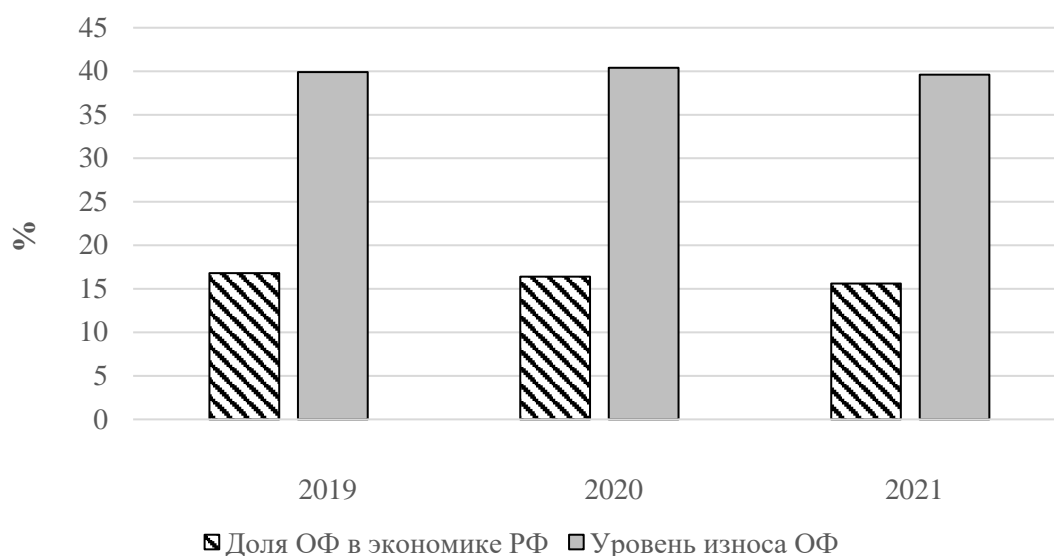


Рисунок 1 – Анализ износа основных фондов в зависимости от их структуры в экономике РФ

Математические модели износа и замены оборудования были разработаны на основе теории исследования операций, при этом были учтены закономерности изменения состояния оборудования, его ценности и затраты на поддержание работоспособности.

Математическая модель обновления оборудования при неслучайном износе

Износ оборудования может возникать в зависимости от двух факторов естественного или случайного характера, т. е. под воздействием чрезвычайных ситуаций (рис. 2).

Предположим, что некоторое оборудование, цена которого равна A , в результате износа требует расходов на содержание его в исправности и профилактический ремонт. Допустим, что известны расходы C_1, C_2, C_3, \dots на установку оборудования, уход за ним и ремонт, производимые в начале 1-

ого, 2-ого, 3-его и т.д. периодов. Периоды соответствуют определенному периоду, например, год, квартал, месяц.

Если оборудование заменяется после n периодов, то общая стоимость после r замен равна:

$$\Gamma = \left[A + \sum_{i=1}^n C_i \right] \cdot r \quad (1)$$

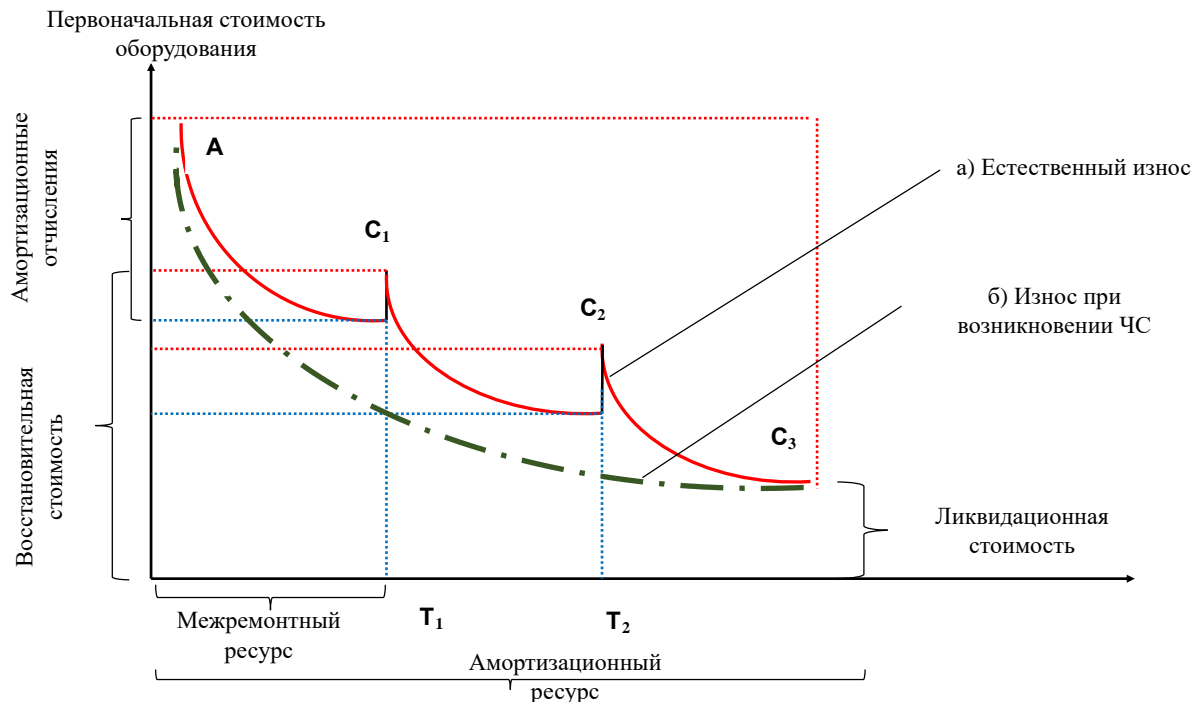


Рисунок 2 – Изменение стоимости оборудования под влиянием случайных и неслучайных факторов

Если величины A и C не являются постоянными, а изменяются во времени, то:

$$\Gamma = \sum_{i=1}^r \left[A_i + \sum_{j=1}^n C_{ij} \right], \quad (2)$$

где величины A_i и C_{ij} относятся к i -той замене.

В этом случае средние затраты за период составят:

$$\gamma = \frac{1}{n \cdot r} \Gamma = \frac{1}{n \cdot r} \sum_{i=1}^r \left[A_i + \sum_{j=1}^n C_{ij} \right]. \quad (3)$$

Если имеется некоторое количество различных видов оборудования, эквивалентных в отношении использования, но различающихся по времени межремонтного ресурса и по частоте замены и издержками на восстановление, то средние затраты за определенный период $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots$ могут быть неравными. В связи с этим представляет интерес определение минимума средних затрат. В таблице 1 представлен расчет затрат на

восстановление четырех видов оборудования в зависимости от естественного износа.

Таблица 1 – Изменение затрат на восстановление оборудования

Оборудование	$A + C_1$	C_2	C_3	C_4	C_5
a	3500	200	-	-	-
b	4200	150	350	-	-
c	5200	130	370	500	-
d	7000	100	280	400	700

Таким образом, предполагаемые совокупные издержки могут составить:

$$r=2 \quad \gamma_a = \frac{1}{2} (3500+200) = 1850 \text{ (ден.ед.)}$$

$$r=3 \quad \gamma_b = \frac{1}{3} (4200+150+350) = 1566 \text{ (ден.ед.)}$$

$$r=4 \quad \gamma_c = \frac{1}{4} (5200+130+370+500) = 1525 \text{ (ден.ед.)}$$

$$r=5 \quad \gamma_d = \frac{1}{5} (7000+100+280+400+700) = 1696 \text{ (ден.ед.)}$$

Согласно полученным результатам можно сделать вывод, что решение γ_c , соответствующее тому виду оборудования, которое заменяется все 4 года, является наиболее выгодным. Очевидно, что в дискретном случае минимум затрат на модернизацию оборудования можно найти простым перебором.

Если предположить, что начальная стоимость оборудования равна A_0 , но в результате старения его цена непрерывно падает, в то время как расход на содержание, устранение неисправностей и ремонт возрастает. Задача состоит в определении момента перепродажи оборудования, чтобы обеспечить экономию затрат.

Постановка задачи заключается в следующем. Пусть A_0 – первоначальная стоимость оборудования, $A_0\varphi(t)$ – цена оборудования, перепродаваемого по истечении времени t . Пусть $\psi(t)$ – суммарные издержки на ремонт и содержание в исправности за период времени t , тогда:

$$\Gamma(t) = A_0 - A_0\varphi(t) + \psi(t)$$

а средние затраты использования будут равны:

$$\gamma(t) = \frac{\Gamma(t)}{t} = \frac{1}{t} [A_0 - A_0\varphi(t) + \psi(t)] \quad (4)$$

Таким образом, задача сводится к определению значения t_0 , при котором функция, задаваемая выражением (4), достигает минимума.

Минимум $\gamma(t)$ имеет место при $\gamma'(t) = 0$. Используя выражение (4), получим следующее уравнение для определения t_0 :

$$A_0[1 - A_0\varphi(t) + \psi(t)] + \psi(t) - t\psi'(t) = 0 \quad (5)$$

Рассмотрим несколько частных случаев.

а) $\varphi(t)$ и $\psi(t)$ – линейные функции

Пусть:

$$\begin{cases} \varphi(t) = 1 - \frac{1}{\theta}t \\ \psi(t) = kt \end{cases},$$

где θ, k – параметры.

Тогда $\varphi'(t) = -\frac{1}{\theta}$ и $\psi'(t) = k$ уравнение (5) примет вид:

$$A_0[1 - 1 + \frac{1}{\theta}t - \frac{1}{\theta}t] + kt - kt = 0$$

Последнее выражение представляет собой тождество, откуда следует, что средние затраты использования оборудования будут постоянными и равными:

$$\gamma(t) = \frac{A_0}{\theta} + k \quad (0 < t < \theta) \quad (6)$$

Поэтому, если хотят производить замену в любое время, достаточно обеспечить линейность характеристик $\varphi(t)$ и $\psi(t)$.

б) $\varphi(t)$ – показательная функция, а $\psi(t)$ – линейная:

$$\varphi(t) = e^{-\lambda t}$$

$$\psi(t) = kt$$

где: k, λ – параметры.

Тогда:

$$\gamma(t) = \frac{1}{t} [A_0 - A_0 e^{-\lambda t} + kt]$$

Найдем производную:

$$\gamma'(t) = A_0 \frac{\lambda t e^{-\lambda t} + e^{-\lambda t} - 1}{t^2}$$

Производная $\gamma'(t)$ отлична от нуля при $t > 0$ и отрицательна, т.к.:

$$\gamma'(t) = A_0 e^{-\lambda t} \left[\frac{\lambda t + 1 - e^{\lambda t}}{t^2} \right] = A_0 e^{-\lambda t} \left[-\frac{\lambda^2}{2!} - \frac{\lambda^3}{3!}t - \frac{\lambda^4}{4!}t^2 - \dots \right] < 0$$

Здесь использовалось разложение функции $e^{-\lambda t}$ в ряд Маклорена:

$$e^{-\lambda t} = 1 + \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(\lambda t)^i}{i!}$$

Итак, в этом случае $\gamma(t)$ не имеет минимума.

При этих условиях целесообразно использовать оборудование как можно дольше.

Предельное значение издержек использования равно k :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \gamma(t) = k$$

в) $\varphi(t)$ и $\psi(t)$ – показательные функции:

$$\begin{cases} \varphi(t) = e^{-\lambda t} \\ \psi(t) = k_0(e^{\mu t} - 1) \end{cases}$$

где λ, μ – параметры.

Имеем:

$$\gamma(t) = \frac{1}{t} [A_0(1 - e^{-\lambda t}) + k_0(e^{\mu t} - 1)] \quad (7)$$

Вычислим производную:

$$\gamma'(t) = \frac{(A_0 \lambda e^{-\lambda t} + k_0 \mu e^{\mu t})t - [A_0(1 - e^{-\lambda t}) + k_0(e^{\mu t} - 1)]}{t^2}$$

Из последнего выражения при $\gamma'(t) = 0$ получаем уравнение для вычисления t_0 :

$$\gamma'(t) = \frac{1 - e^{-\lambda t}(1 + \lambda t)}{1 - e^{\mu t}(1 - \mu t)} = \frac{k_0}{A_0} \quad (8)$$

Введем функцию:

$$\Phi(x) = 1 - e^{-x}(1 + x), \quad (9)$$

тогда отношение (8) можно переписать в виде:

$$\frac{\Phi(-\mu t)}{\Phi(\lambda t)} = \frac{A_0}{k_0} \quad (10)$$

Уравнение (10) в явном виде не имеет решения.

Его можно решить численными методами из известных способов [1]-[3].

Для нахождения приближенного решения уравнения (8) разложим функции $e^{-\lambda t}$ и $e^{\mu t}$ в ряд Маклорена, ограничившись членами 2-ого порядка.

Имеем:

$$\begin{aligned} e^{-\lambda t} &\approx 1 - \lambda t + \frac{(\lambda t)^2}{2} \\ e^{\mu t} &\approx 1 + \mu t + \frac{(\mu t)^2}{2} \end{aligned} \quad (11)$$

Подставляя (11) в (8), получим после упрощений следующее уравнение для определения:

$$\frac{\lambda^2}{\mu^2} \cdot \frac{1 - \lambda t}{1 + \mu t} = \frac{k_0}{A_0} \quad (12)$$

Из (12) следует, что

$$t_0 = \frac{\lambda^2 - \mu^2 \frac{k_0}{A_0}}{\lambda^3 + \mu^3}. \quad (13)$$

Таким образом определяется значение t_0 , при котором функция, задаваемая выражением (4), достигает минимума, что определяет момент перепродажи оборудования так, чтобы затраты на единицу времени были минимальными.

Не менее значимой является задача разработки математической модели определения оптимального времени замены оборудования с учетом эффективности капиталовложений.

К показателям экономической эффективности относятся: общие капитальные вложения (инвестиции); балансовая прибыль (прибыль до налогообложения); чистая прибыль (прибыль после налогообложения); чистый приведенный доход; срок окупаемости.

Пусть некоторая последовательность одинаковых периодов занумерована числами, а издержки на содержание оборудования в исправности будут C_1, C_2, C_3, \dots . Предположим, что эти издержки монотонно возрастают ($C_{i+1} > C_i$; для $i=1,2,3,\dots$) и выплачиваются в начале соответствующего периода.

Если заданы первоначальная стоимость A и величина процента дисконта r , то общие затраты при условии, что оборудование заменится после n периодов, составят:

$$\Gamma_n = \left[A + C_1 + \frac{C_2}{1+r} + \frac{C_3}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^{n-1}} \right] + \\ + \left[\frac{A}{(1+r)^n} + \frac{C_1}{(1+r)^n} + \frac{C_2}{(1+r)^{n+1}} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^{2n-1}} \right] + \dots$$

что можно записать так же:

$$\Gamma_n = \left[A + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^{i-1}} \right] + \frac{1}{(1+r)^n} \left[A + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^{i-1}} \right] + \\ + \frac{1}{(1+r)^{2n}} \left[A + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^{i-1}} \right] + \dots$$

и окончательно:

$$\Gamma_n = \frac{A + \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^{i-1}}}{1 - \frac{1}{(1+r)^n}} = \frac{A + \sum_{i=1}^n \alpha^{i-1} C_i}{1 - \alpha^n} \quad (14)$$

где $\alpha = \frac{1}{1+r}$.

Это тот капитал, которым надо было бы располагать в начальный момент, чтобы производить замену оборудования через каждые n периодов (n лет, например) в течение бесконечного времени.

Определим минимум функции Γ_n определяемой формулой (14).

Если минимум существует, то при некотором значении n должно быть:

$$\Gamma_{n-1} > \Gamma_n \quad \text{и} \quad \Gamma_n < \Gamma_{n+1}.$$

Заменяя в (14) n на $n+1$, получим:

$$\Gamma_{n+1} = \frac{A + \sum_{i=1}^{n+1} \alpha^{i-1} C_i}{1 - \alpha^{n+1}} = \frac{A + \sum_{i=1}^n \alpha^{i-1} C_i + \alpha^n C_{n+1}}{1 - \alpha^{n+1}} = \frac{1 - \alpha^n}{1 - \alpha^{n+1}} \Gamma_n + \frac{\alpha^n C_{n+1}}{1 - \alpha^{n+1}}.$$

Составим разность:

$$\Gamma_{n+1} - \Gamma_n = \left[\frac{1 - \alpha^n}{1 - \alpha^{n+1}} - 1 \right] \Gamma_n + \frac{\alpha^n C_{n+1}}{1 - \alpha^{n+1}} = \frac{\Gamma_n (\alpha^{n+1} - \alpha^n) + \alpha^n C_{n+1}}{1 - \alpha^{n+1}}.$$

Допустим, что $\Gamma_{n+1} - \Gamma_n > 0$.

$$\frac{\Gamma_n (\alpha^{n+1} - \alpha^n) + \alpha^n C_{n+1}}{1 - \alpha^{n+1}} > 0,$$

или, разделив на α^n ,

$$\Gamma_n(\alpha-1) + C_{n+1} > 0.$$

Так как $\alpha < 1$, то:

$$\frac{C_{n+1}}{1-\alpha} > \Gamma_n$$

Таким образом, соотношение:

$$\Gamma_{n+1} - \Gamma_n > 0$$

эквивалентно неравенству:

$$\frac{C_{n+1}}{1-\alpha} > \Gamma_n \quad (15)$$

Допустим теперь, что $\Gamma_{n-1} - \Gamma_n > 0$, тогда аналогично предыдущему получим:

$$\Gamma_{n-1}(1-\alpha) - C_n > 0 \quad \text{или} \quad \frac{C_n}{1-\alpha} < \Gamma_{n-1}. \quad (16)$$

Таким образом, соотношение $\Gamma_{n-1} - \Gamma_n > 0$ эквивалентно неравенству (16).

Возвращаясь к выражению (14) для Γ_n , подставим его в неравенство (15), получим:

$$C_{n+1} > (1-\alpha) \frac{A + C_1 + \alpha C_2 + \alpha^2 C_3 + \dots + \alpha^{n-1} C_n}{1-\alpha^n} \quad (17)$$

$$C_{n+1} > \frac{A + C_1 + \alpha C_2 + \alpha^2 C_3 + \dots + \alpha^{n-1} C_n}{1 + \alpha + \alpha^2 + \dots + \alpha^{n-1}}$$

Точно так же, подставляя (14) в (16) и заменяя n на $n-1$, получим:

$$C_n < \Gamma_{n-1}(\alpha-1)$$

т.е.

$$C_n < (1-\alpha) \frac{A + C_1 + \alpha C_2 + \alpha^2 C_3 + \dots + \alpha^{n-2} C_{n-1}}{1-\alpha^{n-1}}$$

или

$$C_n < \frac{A + C_1 + \alpha C_2 + \alpha^2 C_3 + \dots + \alpha^{n-2} C_{n-1}}{1 + \alpha + \alpha^2 + \dots + \alpha^{n-2}}$$

Из (17) и (18) вытекает следующее правило: оборудование следует заменять тогда, когда:

$$C_{n+1} > \frac{A + C_1 + \alpha C_2 + \alpha^2 C_3 + \dots + \alpha^{n-1} C_n}{1 + \alpha + \alpha^2 + \dots + \alpha^{n-1}} \quad (19)$$

Для практического применения предложенного подхода рассмотрим пример. Пусть $A_0 = 1000000$ ден.ед., примем $r = 6\%$, следовательно:

$$\alpha = \frac{1}{1 + 0,06} = 0.943.$$

Таблица 2 – Расчет дисконтированных затрат на восстановление оборудования

Год	C_i тыс. ден.ед.	α^{i-1}	$C_i \alpha^{i-1}$	$A_0 + \sum \alpha^{i-1} C_i$	$\sum \alpha^{i-1}$	$\frac{A_0 + \sum \alpha^{i-1} C_i}{\sum \alpha^{i-1}}$
1	50	1	50	1050	1	1050
2	60	0,943	56,6	1106	1,943	568
3	70	0,890	62,3	1168	2,833	412
4	90	0,840	75,6	1244	3,673	339
5	120	0,792	95	1323	4,465	296
6	150	0,747	112	1435	5,212	281
7	180	0,705	127	1562	5,917	264
8	210	0,665	139	1701	6,582	258
9	240	0,627	150	1851	7,209	257
10	300	0,592	177	2028	7,801	260
11	400	0,558	223	2251	8,359	269
12	500	0,527	263	2514	8,886	283

На основании (19) можно рассчитать минимум затрат (табл. 1), минимальное значение которых составит $\Gamma_9 = 257000$ ден.ед., для $i=10$ получаем:

$$C_{10} > \frac{A_0 + \sum_{i=1}^{10} \alpha^{i-1} C_i}{\sum_{i=1}^{10} \alpha^{i-1}}, \text{ т.е. } 300 > 260$$

На основании предложенной модели и проведенных расчетов можно сделать вывод, что для рассматриваемого примера оборудование следует заменить после девяти лет эксплуатации.

Выводы

На основании проведенного исследования проведен обзор научных достижений в области оценки технических параметров и остаточной стоимости оборудования с целью определения оптимального срока его модернизации или полной замены. Полученные выводы позволили сформулировать ряд малоизученных задач, одной из которых явилась задача выбора и обоснования методов и математических моделей износа и замены оборудования. Поставленные задачи решены в полном объеме и получены результаты, имеющие большое практическое значение для машиностроительной, аэрокосмической и оборонной промышленности.

Разработанная математическая модель обновления оборудования, представленная в работе, может быть использована в зависимости от характера износа оборудования: текущего, естественного или под влиянием факторов, обусловленных возникновением чрезвычайных ситуаций. Практическая применимость полученных выводов подчеркивается

возможностью расчета времени для полной замены оборудования в зависимости от эффективности использования инвестиций.

Библиографический список

- Бартлетт М. С.* Введение в теорию случайных процессов. М. : Высшая школа, 1990. 376 с.
- Бахвалов Н. С.* Численные методы т.1 / Н. с. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков // М. : Лаборатория знаний, 2020. 636 с.
- Гнеденко Б. В.* Курс теории вероятностей. М.: Гостехиздат, 1954. 447 с.
- Грибанова О. А.* Проблемы развития территории // Волгоградский научный центр РАН. 2014. № 4(72). с. 25-33.
- Давенпорт В. Б.* Введение в теорию случайных сигналов и шумов / В. Б. Давенпорт, В. Л. Рут. М. : Изд-во иностранной литературы, 1960. 470 с.
- Игонин В. В.* Минимизация «человеческого фактора» при определении износа (обесценения) машин и оборудования // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2012. № 2 (125). с. 12-19.
- Канторович Л. В.* Приближенные методы высшего анализа / Л. В. Канторович, В. И. Крылов. М. : Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. 708 с.
- Киришев О. Р.* Теоретическое обоснование метода предельной эффективности для определения износа машин и оборудования // Вестник Донского государственного технического университета. 2009. № 52. с. 118-123.
- Крамер Х.* Математические методы статистики. М. : Мир, 1975. 648 с.
- Кулаков П. А.* Выбор определяющих параметров технического состояния, оказывающих влияние на остаточный срок службы теплообменного оборудования / П. А. Кулаков, А. В. Рубцов, В. Г. Афанасенко, О. Е. Зубков, К. К. Иванова, Р. Р. Шарипова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331. № 1. с. 97-105.
- Левин Б. Р.* Теория случайных процессов и ее применения в радиотехнике. М. : Советское радио, 1957. 492 с.
- Миронов А. Н.* Индивидуально-групповое прогнозирование остаточного ресурса измерительных комплексов по экономическому критерию / А. Н. Миронов, А. Н. Новиков, А. В. Малахов // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2016. Т. 8. № 4. с. 25-30.
- Митюшов А. А.* Моделирование износа элементов теплоэнергетического оборудования // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2010. № 3. с. 12-15.
- Мордасов В. И.* Оценка поверхностных повреждений оптическим методом / В. И. Мордасов, Н. А. Сазонникова, В. П. Шорин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 1999. № 2. с. 270-276.
- Мязова Я. С.* Методы расчета износа при оценке стоимости машин и оборудования / Я. С. Мязова, А. И. Марченко; Под общей редакцией Д.А. Новикова // Управление организационно-экономическими системами: Моделирование взаимодействий, принятие решений: сборник научных статей. Самара, 2010. с. 45-50.
- Новоселов А. Л.* Моделирование оценки состояния оборудования с позиции риск-менеджмента / А. Л. Новоселов, А. В. Желтенков // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2018. № 4. с. 75-88.
- Смоляк С. А.* О вероятностных моделях для оценки остаточного срока службы и износа машин и оборудования // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2017. № 2 (185). с. 75-87.

Фихтенгольц Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. т.1. М. : Наука, 1966. 656 с.

References

- Bakhvalov N. S., Zhidkov N. P., Kobelkov G.M. (2020). Numerical Methods. Vol.1. Moscow: Laboratory of Knowledge. 636 p. [in Russian]
- Bartlett M. S. (1990). Introduction to the theory of random processes. Moscow: High School. 376 p. [in Russian]
- Davenport W. B., Ruth W. L. (1960). Introduction to the Theory of Random Signals and Noise. Moscow: Foreign Literature Publishing House. 470 p. [in Russian]
- Fikhtenholz G. M. (1966). Course of differential and integral calculus. vol.1. Moscow: Nauka Publishing House. 656 p. [in Russian]
- Gnedenko B. V. (1954). Course of probability theory. Moscow: Gostekhizdat. 447 p. [in Russian]
- Gribanova O. A. (2014). Problems of territory development. *Volgograd Scientific Center RAS*. 4(72): 25-33. [in Russian]
- Igonin V. V. (2012). Minimization of the "human factor" in determining the depreciation (impairment) of machinery and equipment. *Property Relations in the Russian Federation*. 2 (125): 12-19. [in Russian]
- Kantorovich L.V., Krylov V. I. (1962). Approximated methods of higher analysis. Moscow: State Publishing House of Physical and Mathematical Literature. 708 p. [in Russian]
- Kirischev O. R. (2009). Theoretical substantiation of the method of marginal efficiency to determine the wear of machinery and equipment. *Bulletin of the Don State Technical University*. 52: 118-123. [in Russian]
- Kramer H. (1975). Mathematical Methods of Statistics. Moscow: Mir. 648 p. [in Russian]
- Kulakov P. A., Rubtsov A. V., Afanasenko V.G., Zubkov O. E., Ivanova K. K., Sharipova R.R. (2020). Choice of determining parameters of the technical condition affecting the residual service life of heat exchange equipment. *Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Engineering of Georesources*. vol. 331, 1: 97-105. [in Russian]
- Levin B. R. (1957). Random Process Theory and its Application in Radio Engineering. Moscow: Soviet Radio Publishing House. 492 p. [in Russian]
- Mironov A. N., Novikov A. N., Malakhov A. V. (2016). Individual-group prediction of residual life of measuring systems by economic criterion. *Science-intensive technologies in Earth space research*. v.8. 4: 25-30. [in Russian]
- Mityushov A. A. (2010). Modeling of Wear of Thermal Energy Equipment Elements. *Bulletin of Ivanovo State Energy University*. 3: 12-15. [in Russian]
- Mordasov V. I., Sazonnikova N. A., Shorin V. p. (1999). Evaluation of Surface Damages by Optical Method. *Izvestia of Samara Scientific Center of Russian Academy of Sciences*. 2: 270-276. [in Russian]
- Myazova Y. S., Marchenko A. I. (2010). Wear calculation methods in estimating the cost of machinery and equipment. Management of organizational and economic systems: modeling of interactions, decision-making. Collection of scientific articles. Under the editorship of D.A. Novikov. Samara. p. 45-50. [in Russian]
- Novoselov A. L., Zheltenkov A.V. (2018). Modeling of Equipment Condition Assessment from the Position of Risk Management. *Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Economics*. 4: 75-88. [in Russian]
- Smolyak S. A. (2017). On probabilistic models for assessing the residual service life and wear of machinery and equipment. *Property Relations in the Russian Federation*. 2 (185): 75-87. [in Russian]

ОЦЕНКА УСЛОВИЙ, НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ДЛЯ ПИЛОТИРОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ

*Елена Игоревна Трусова^{1,2},
orcid.org/0009-0006-3990-261X,
аспирант¹*

ведущий специалист²

*¹Московский государственный технический
университет гражданской авиации,
Кронштадтский б-р, д. 20
Москва, 125993, Россия*

*²Публичное акционерное общество
«Объединенная авиастроительная корпорация» (ПАО «ОАК»)
пер. Уланский, д. 22
Москва, Россия
elenatru2011@yandex.ru*

*Александра Леонидовна Рыбалкина,
orcid.org/0009-0009-4063-6525,
кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический
университет гражданской авиации,
Кронштадтский б-р, д. 20
Москва, 125993, Россия
rybalkina@list.ru*

*Николай Иванович Николайкин,
orcid.org/0000-0001-9867-2208,
доктор технических наук, профессор
Московский государственный технический
университет гражданской авиации,
Кронштадтский б-р, д. 20
Москва, 125993, Россия
nikols_n@mail.ru*

Аннотация. Изложены итоги анализа причин негативных авиационных событий из-за сложных метеоусловий; статистически подтверждено, что это преимущественно происходит с вертолетами. Дан обзор влияния факторов внешней среды на пилотирование летательных аппаратов, раскрыт механизм такого влияния, приведен анализ исследований, выполненных ранее. Показана возможность снижения опасности пилотирования за счет предварительной оценки рисков от неблагоприятных атмосферных условий. Для планируемых полетов вертолетов предложена методика предварительного парирования влияния внешней среды.

Ключевые слова: метеоусловия, методика оценки риска, безопасность полётов, вертолёт.

ASSESSMENT OF ADVERSE CONDITIONS FOR HELICOPTER PILOTAGE

*Elena I. Trusova^{1,2},
orcid.org/0009-0006-3990-261X,
graduate student¹
lead specialist²*

*¹Moscow State Technical University of Civil Aviation,
20, Kronshtadtsky Boulevard
Moscow, 125993, Russia*

*²Public Joint Stock Company
"United Aircraft Corporation" (PAO "UAC")
Ulanskiy Lane, 22
Moscow, Russia
elenatru2011@yandex.ru*

*Alexandra L. Rybalkina,
orcid.org/0009-0009-4063-6525,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow State Technical University of Civil Aviation,
20, Kronshtadtsky Boulevard
Moscow, 125993 Russia
rybalkina@list.ru*

*Nikolay I. Nikolaykin,
orcid.org/0000-0001-9867-2208,
Doctor of Technical Sciences, Professor
Moscow State Technical University of Civil Aviation,
20, Kronshtadtsky Boulevard
Moscow, 125993 Russia
nikols_n@mail.ru*

Abstract. The results of the analysis of negative aviation events caused by difficult weather conditions are presented; it is statistically confirmed that this predominantly occurs with helicopters. The influence of environmental factors on the piloting of aircraft is overviewed, the mechanism of such influence is explained; an analysis of earlier studies is given. The possibility to reduce the piloting risks by preliminary assessment of the adverse weather risks is shown. For the planned helicopter flights, a method of preliminary compensation of environmental influence is proposed.

Keywords: weather conditions, risk assessment methodology, flight safety, helicopter.

Аннотация. Изложены итоги анализа причин негативных авиационных событий из-за сложных метеоусловий; статистически подтверждено, что это преимущественно происходит с вертолетами. Дан обзор влияния факторов внешней среды на пилотирование летательных аппаратов, раскрыт механизм такого влияния, приведен анализ исследований, выполненных ранее. Показана возможность снижения опасности пилотирования за счет предварительной оценки рисков от неблагоприятных атмосферных условий. Для планируемых полетов вертолетов предложена методика предварительного парирования влияния внешней среды.

Ключевые слова: метеоусловия, методика оценки риска, безопасность полётов, вертолёт.

Введение

К числу сложнейших задач, стоящих перед гражданской авиацией, относится создание условий безопасного полета (БП). Её решение – результат постоянного повсеместного труда проектировщиков, изготовителей и эксплуатантов. Факторы, определяющие уровень БП, классифицируют на 3 основные группы: технический фактор (ТФ); человеческий фактор (ЧФ); неблагоприятные внешние условия (НВУ).

Расклад по долям (в %) факторов, приведших на всех ВС ГА (включая авиацию общего назначения) к таким негативным событиям, как авиационные происшествия (АП), в соответствии с материалами Межгосударственного авиационного комитета (МАК) показан на рисунке 1.

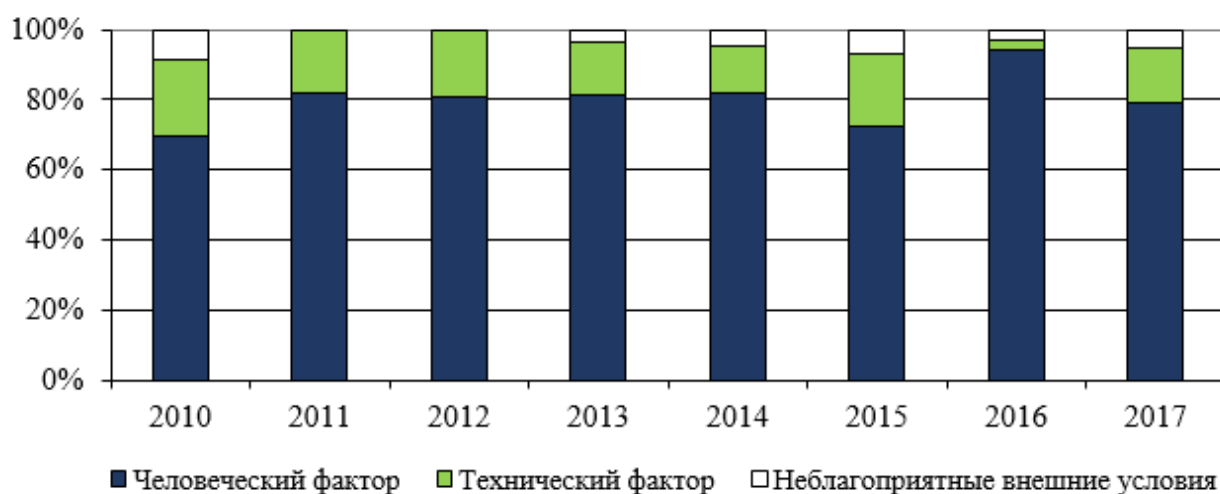


Рисунок 1 – Соотношение факторов, послуживших причиной 180 случаев АП, по годам

Все процессы эксплуатации АТ реализуются в условиях взаимосвязи ВС с окружающей их средой (внешней средой). Наиболее часто встречающиеся примеры АП, имевшие место как следствие воздействия внешней среды, произошли из-за метеоявлений (рисунок 2). Из 286 случаев АП в 2009-2016 гг. в 26 основной или сопутствующей причиной были НМУ⁹.

⁹ Хромов С. П. Метеорология и климатология: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. М.: МГУ, 2001. 528 с.

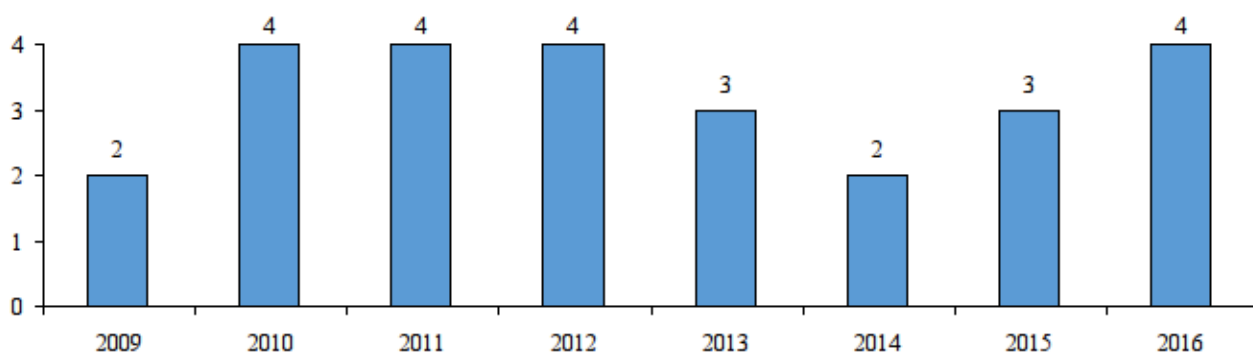


Рисунок 2 – Количество АП, произошедших в неблагоприятных метеоусловиях (в странах Содружества по данным МАК), по годам

Влияние внешней среды на полёт воздушного судна

Сложные метеоусловия и опасные метеоявления всегда представляли и представляют угрозу для авиации. Чтобы понять серьёзность влияния погодных условий, рассмотрим подробнее самые опасные из них.

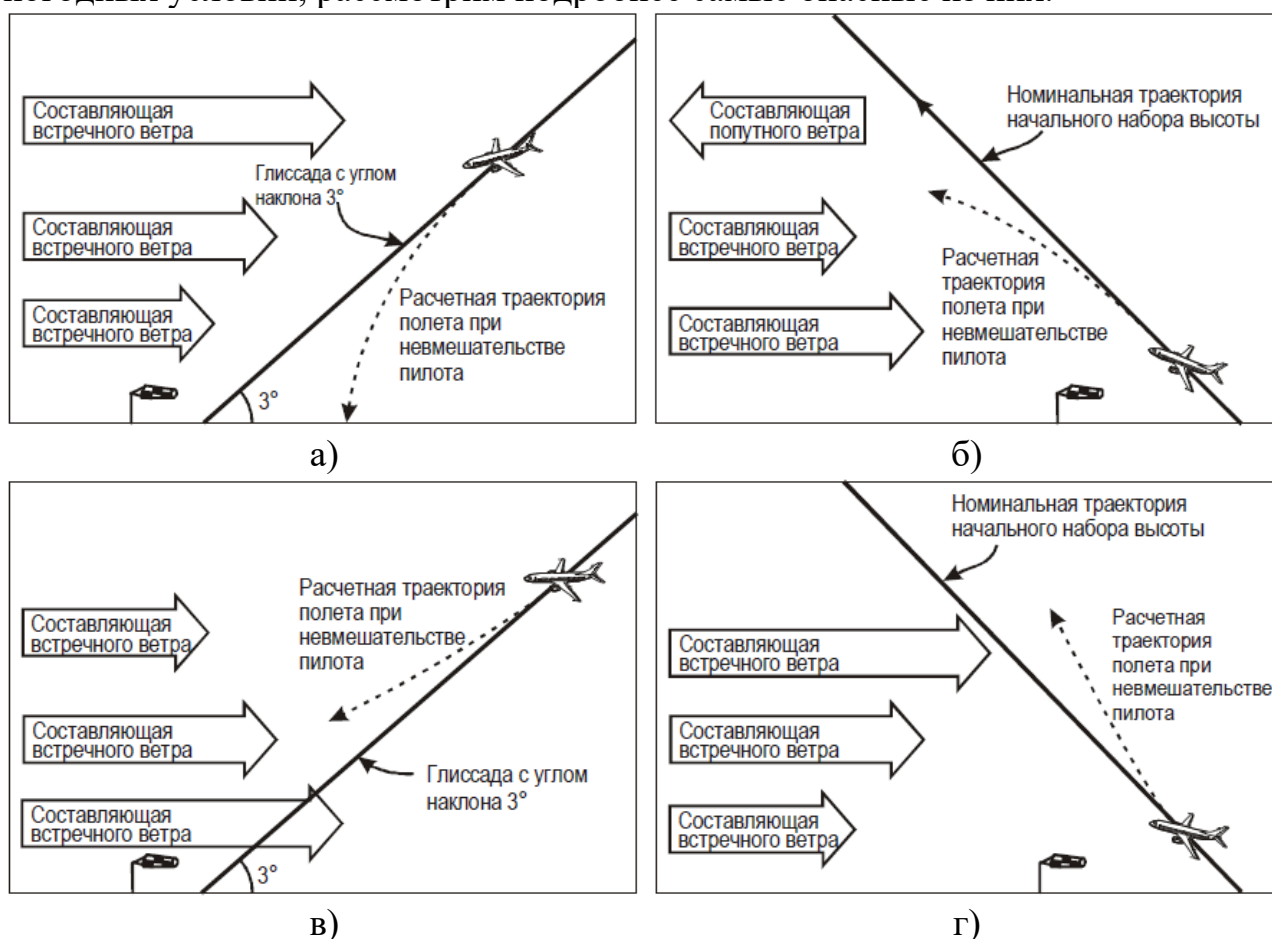


Рисунок 3 – Реагирование летательного аппарата (без воздействия пилота) при сдвиге встречного ветра: а, в – при взлете; б, г – при посадке; а, б – при ослаблении ветра; в, г – при усилении ветра

Сдвиг ветра. Ранее [Рыбалкина и др., 2018] обосновано негативное влияние значительных «сдвигов ветра» для полетов воздушных судов.

Вертикальный сдвиг генерирует условия сваливания на крыло и потенциальное падение самолёта, не менее опасен горизонтальный сдвиг. Варианты схемы реакции самолета на сдвиг встречного (попутного) ветра при непринятии пилотом мер реагирования показаны на рисунке 3.

Атмосферная турбулентность, то есть быстрые значительные смещения летательного аппарата по вертикали, генерирующие интенсивную болтанку, относятся к числу особо опасных метеорологических атмосферных проявлений, что отражено в работах¹⁰.

Возникновение в газовой оболочке нашей планеты областей с контрастными температурами создает поля ветров и генерирует турбулизацию потоков воздуха. Турбулентность, подразделяющаяся на орографическую (механическую), термическую (конвективную) и динамическую, разбалансирует действующие на летательные аппараты силы.

Облачность опасна визуальной дезориентировкой экипажа и необходимостью управлять по приборам. В облачных образованиях вероятны турбулентность, образование наледи на поверхности летательного аппарата, миражи и прочие явления, мешающие полёту.

Метеорологические явления, ухудшающие видимость, это осадки, метели, туманы, пыльные или песчаные бури и мгла [Рыбалкина и др., 2018]. При полёте в дождь видимость снижается до 4 км, в зоне снегопада до 1 ... 2 км. Особо опасны туманы, они даже приводят к закрытию аэропортов.

Обледенение – отложение во время полёта при мокром снеге, в облаках или тумане на внешних частях фюзеляжа, крыла, силовых установок и специальных устройств твердой воды. Это меняет состояние обтекания летательного аппарата потоком воздуха, растёт масса, баланс аэродинамических сил, мощность и тяга двигателей, возможность визуальной ориентировки для экипажа становятся иными.

Гроза – «атмосферное явление с многократными электрическими разрядами в виде молний, сопровождающихся громом» [Хайбуллов и др., 2022]. Грозы сопровождаются турбулентностью, генерирующей «болтанку» и перегрузки сверх штатных значений, обледенением, возможностью попадания молний в ВС, ливнями. В таких условиях часты сдвиг ветра, повреждения радиолокационной аппаратуры, повреждение двигателя, оплавление обшивки [Рыбалкина и др., 2017].

Электризация самолётов происходит в слоистых облаках и среди атмосферных осадков (снег, дождь). При движении в атмосфере «провоцируется» разряд в летательный аппарат даже ниже пробойной напряженности, при заправке авиатопливом возможен проскок искры и пожар со всевозможными последствиями [Средства и методы..., 1999]. Влияние свойств разнообразных облачных образований на величину заряда иллюстрирует рисунок 4.

¹⁰ Хромов С. П. Метеорология и климатология: учебник. 5-е изд., перераб. и доп. / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. М.: МГУ, 2001. 528 с.

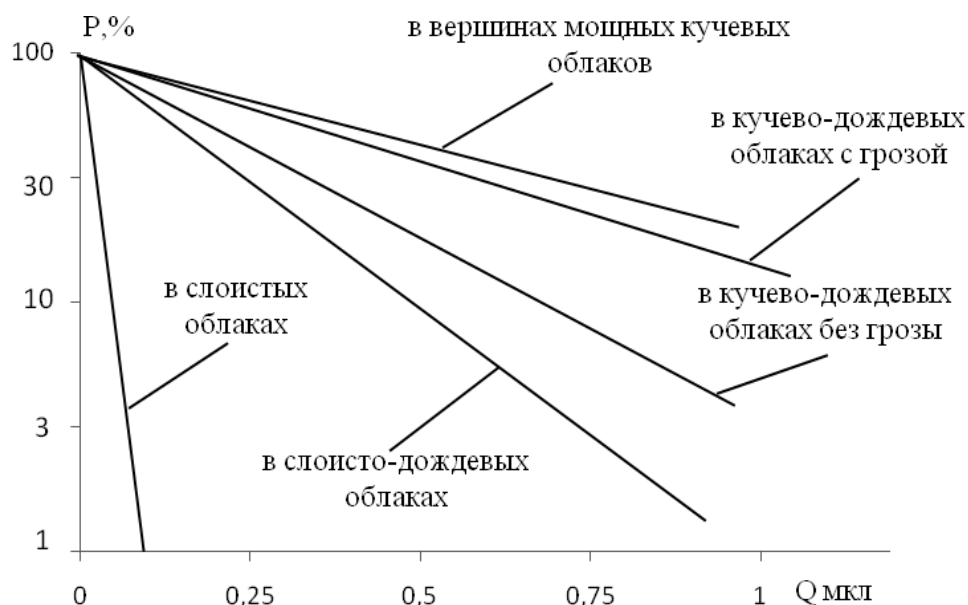


Рисунок 4 – Границы областей вероятности (P , %) приобретения летательным аппаратом заряда (Q мКл) повышенной величины

Неблагоприятные метеорологические условия служат как основной причиной АП, так и могут выступать сопутствующим фактором. Преимущественно при АП происходит их совокупное с человеческим фактором воздействие.

Анализ причин АП с вертолётами (рисунок 5), сопровождавших воздействие неблагоприятных метеоусловий, подтвердил выводы [Камзолов, 1996] о том, что в большинстве случаев нарушается «метеоминимум», полёты производятся с нарушением правил визуальных полётов, или в условиях ограниченной видимости теряется пространственная ориентировка.



Рисунок 5 – Основные причины АП с вертолётами при неблагоприятных условиях за 2008-2014 гг.

Факторы метеоусловий, в наибольшей степени создающие и способствующие развитию условий, приводящих к АП, а также их доля в произошедших в ГА РФ негативных событиях в 2009-2016 гг. приведены на рисунке 6.



Рисунок 6 – Доля факторов неблагоприятных метеоусловий, повлиявших на авиационные происшествия

Влияние метеоусловия и опасные метеоявления в качестве причин АП чаще отмечают с вертолётами, чем с самолётами, то есть риски эксплуатации вертолётов в трудных погодных условиях выше. Поэтому далее анализируется возможность снижения опасности пилотирования вертолётов методом предварительной оценки рисков от неблагоприятных атмосферных условий.

Влияние внешней среды на работоспособность человека

На человека, на его поведение и, конечно же, на совершаемые работником ошибки оказывают влияние разнообразные факторы, в том числе, связанные с условиями труда [Николайкин и др., 2013]. Во-первых, это социальные факторы: тяжесть и напряжённость труда, производственная среда, питание, условия быта, водоснабжения, отдыха и обучения. Далее, это факторы внешней среды – конкретной среды пребывания человека во время работы: микроклимат, освещённость, шумность, загазованность и т.п. на рабочем месте.

Определённое влияние на качество работы (скорость и безошибочность) авиационного персонала оказывают общая загазованность атмосферного воздуха продуктами основных технологических процессов, реализуемых на авиапредприятии (прежде всего отработавшие газы двигателей), электромагнитные и ионизирующие излучения, вибрация, а также сокращённый световой день (в высокоширотных зонах), пониженное атмосферное давление (в полёте, на высокогорных территориях), низкая

влажность воздуха (в полёте) и высота рабочей зоны относительно основной площади производственного помещения или грунта (работа на высоте при ТО ВС). Рассмотрим подробнее влияние различных факторов внешней среды на работоспособность человека.

Климат и температура. В среднем каждый житель города проводит до 85 % времени на работе. Чрезвычайно важно на рабочем месте, а также в производственных помещениях обеспечить климатические условия, соответствующие установленным нормам, способствующим безопасному и благоприятному выполнению работ.

Микроклиматом называют совместное действие температуры, влажности и скорости обдувания тела человека воздухом. Согласно российским санитарным нормам и правилам СанПиН 2.2.4.3359-16, оптимальным метеорологическим условиям (условиям комфорта) соответствуют $t = 20-22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{отн} = 40-60\%$ и $\omega = \leq 0,2\text{ м/с}$. Такие условия рекомендуются в тёплый период года при уровне энергозатрат 175-232 Вт (состояние покоя или легкой физической работы, категория I I а).

При повышении температуры окружающей среды выше 25°C начинается физическое утомление, выше 30°C – умственная деятельность ухудшается, замедляется реакция, появляются ошибки¹¹. Холод увеличивает время реагирования и затормаживает движение. При температуре ниже 16°C ухудшается гибкость рук и пальцев, а при температуре 13°C показатель гибкости рук уменьшается на 50%.

Освещение на рабочем месте. Освещение рабочего места является важным фактором окружающей и производственной среды. В условиях ГА при техническом обслуживании при неудовлетворительной освещённости зоны обслуживания снижается качество выполненных работ, могут остаться незамеченными трещины, потёртости, течи топлива, масел, спецжидкостей и т.п. предвестники неполадок, в итоге всё это влияет на БП. Плохое освещение перрона, стоянок авиатехники, рулежных дорожек может послужить причиной тяжелых последствий (инцидентов и АП).

Основополагающий фактор продуктивной работы – правильно подобранный свет: ошибки могут привести к проблемам со зрением и к повышенной усталости. В работе¹² представлена зависимость остроты зрения от различных условий освещенности (рисунок 7).

¹¹ Вудсон У. Справочник по инженерной психологии для инженеров и художников-конструкторов / У. Вудсон, Д. Коновер. М.: МИР, 1968. 518 с.

¹² Денисов Б. Г. Авиационная инженерная психология / Б. Г. Денисов, В. Ф. Онищенко, А. В. Скрипец. М.: Машиностроение, 1983. 233 с.

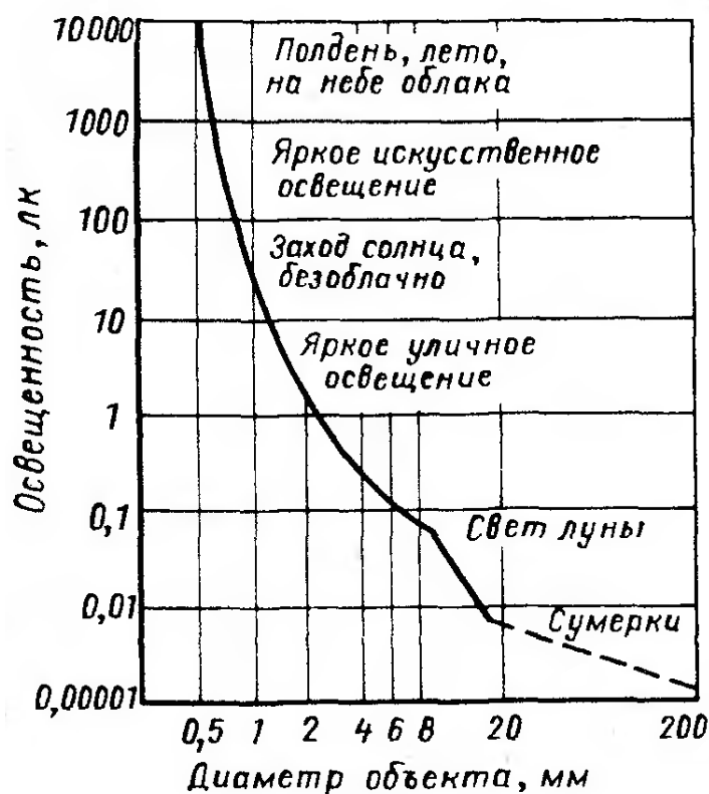


Рисунок 7 – Зависимость остроты зрения от различных условий освещенности при наблюдении оператором объекта, удаленного на 6 м (перегиб кривой на рисунке соответствует переходу от колбочкового к палочковому зрению)

Шумы в авиации. Шум представляет собой конгломерат разных звуков, мешающих работе, чаще всего это сочетание звуков различной частоты и интенсивности. При длительном шуме человек быстро утомляется и испытывает упадок работоспособности.

Существенными источниками шума летательных аппаратов преимущественно из-за турбулизации потоков газа/воздуха выступают все типы высокооборотных двигателей, включая спецтранспорт, массово представленные на авиапредприятиях.

В спектре шумов, генерируемых летательными аппаратами всех типов, присутствуют звуки полного состава октавных полос слышимого человеком диапазона, таким образом, их относят к кластеру широкополосных [Шум в салонах..., 1986]. В рабочей зоне всего летного состава практически во всех случаях фиксировалось превышение уровня звука более 100 при норме 85 дБА. В рабочей зоне инженерного состава при работах по поддержанию летной годности ВС различного типа измеренный уровень звуков оказывался значительно выше. Экстремальные значения установлены в середине спектра и при высоких частотах звуковых колебаний. Некоторые характеристики звуков, зафиксированные в рабочих зонах, представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Уровни звукового давления (УЗД) и шума в рабочей зоне некоторых категорий авиаспециалистов по [Действие авиационного..., 2009].

Категория работников	УЗД (дБ) в диапазоне частот 31,5 ... 8 000 Гц	Место максимума УЗД (дБ) в полосе частот (Гц)	Шум (уровень, дБА)
ЛС ИБА*	69 - 106	500 - 1000	103 - 109
ЛС ВТА**	60 - 110	125 - 250	101 - 104
ЛС В***	72 - 103	31,5 - 250	99 - 102
ИТП	96 - 123	500 - 4000	108 - 129

Примечание: * ЛС ИБА – лётный состав истребительно-бомбардировочной авиации;
 ** ЛС ВТА – лётный состав военно-транспортной авиации;
 *** ЛС В – лётный состав вертолётов.

Электромагнитное излучение (ЭМИ), которое часто называют «неионизирующим», является постоянно действующим фактором окружающей среды. Резкие, особенно скачкообразные изменения активности Солнца, иных аналогичных абиотических факторов окружающей среды, включая в том числе импульсные техногенные радио и электромагнитные излучения, не могут не сказываться на процессах жизнедеятельности организма человека. Так, количество ретрансляционных генераторов и приемно-передающих антенн сотовых операторов стремительно растет. Они неосмотрительно располагаются в опасной близости к жилым и производственным зданиям, в частности, на объектах ГА (аэропорты, аэродромы, ВС и многие другие).

Ранее [О необходимости и возможности..., 2017] проанализированы отчеты о расследовании АП за последние десятилетия. Так, только за 2014 год выявлено, что среди 22 АП в 6 случаях были отмечены «неясные» причины поведения членов экипажа. Пилоты делали ошибки в абсолютно нормальных условиях полёта, при этом не было выявлено каких-либо усложняющих факторов в процессе предполётного отдыха и плохих метеоусловий.

Значительная часть авиаперевозок в ГА РФ осуществляется вертолётами. Анализ статистики АП за 2012-2016 гг. свидетельствует о том, что к АП с вертолётами в 65 % случаев приводят ошибки экипажей. Среди АП, к которым привели неправильные действия при пилотировании и навигации, 33 % случаев связаны с ошибками в ориентировке и/или с неосмотрительностью [Карибов, 2017]. В этих случаях также никаких технических сбоев, осложненных метеоусловий, недостатков подготовки, опыта (стажа работы) экипажа отмечено не было.

Изменение психофизиологического состояния человека при резком скачкообразном изменении интенсивности фоновых электромагнитных полей, возникающих при гео- гелиомагнитных возмущениях изучено авторами и опубликовано в работе [Effects of Electromagnetic Fields..., 2022]. Для идентификации постоянства нервных процессов на примере реакции

добровольцев была проведена оценка зрительно-моторной реакции на световые раздражители (стабильность и уровень реагирования). Установлено наличие ошибок, измерено среднее время их реакции М (мс), рассчитано среднеквадратичное отклонение среднего времени реакции (СКО).

Полученные результаты иллюстрируются на рисунке 8, где по горизонтальной оси приводятся номера дней, в которые у испытуемых по методике Холтеровского (суточного) мониторирования ЭКГ [Баевский и др., 2000] оценивалось состояние их здоровья.

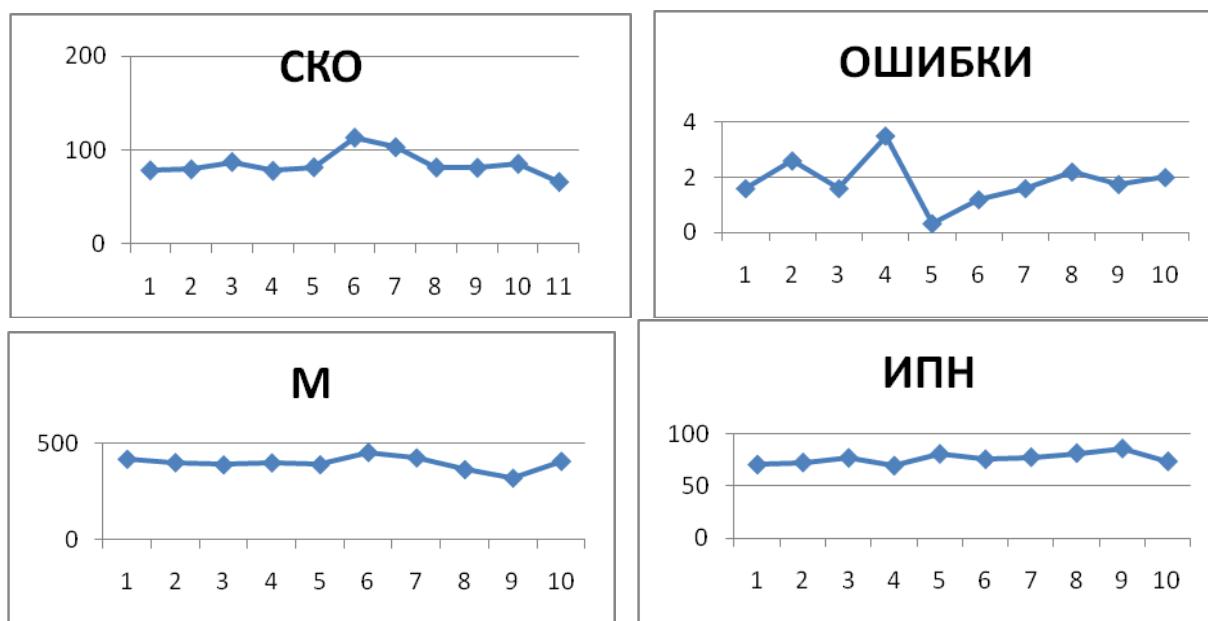


Рисунок 8 – Среднесуточные показатели сложной зрительно-моторной реакции

Таким образом, безусловно, от слаженной и грамотной работы специалистов в области ГА зависит безопасность и регулярность полётов. При этом факторы внешней среды не должны оказывать неблагоприятного воздействия как на пилота-оператора, понижая его работоспособность, так и на работу персонала, осуществляющего техническое обслуживание ВС и подготовку к полётам.

Методика учета влияния внешней среды

Для определения величины риска на предстоящий полёт существует методика (FRAT) [Flight Risk Assessment Tools..., s.a.; Steuernagle, 2015], оценивающая в баллах уровень риска на этапе планирования полёта. Рассчитанное значение сравнивается с пороговыми, и предлагаются корректировки [Гузий и др., 2006]. По FRAT оцениваются 3 категории факторов риска:

- квалификация членов лётного экипажа ВС;
- условия эксплуатации ВС;
- оборудование ВС.

В случаях АП с вертолетами встречаются специфические метеоусловия, серьезно влияющие на БП, поэтому ранее [Рыбалкина и др., 2018] для вертолётов были предложены специальные метеорологические показатели. Однако этот перечень предлагается расширить, включив показатели влияния на экипаж условий среды их пребывания (внешней среды), как показано в таблице 2.

Таблица 2 – Оценка рисков дополнительных факторов опасности для экипажей вертолетов

Фактор опасности	Риск баллы)
<i>Факторы, предложенные в [Рыбалкина и др., 2018]</i>	
Образование тумана на маршруте полёта	3
Сильный снегопад и метель на аэродроме вылета и/или назначения	3
В течение года имел место хотя бы один случай неоправдавшегося прогноза погоды	3
В течение года имел место хотя бы один случай несвоевременного информирования об ухудшении погоды по данному маршруту	3
В течение года имел место хотя бы один случай непринятия пилотом решения об уходе на второй круг / на запасной аэродром при наличии метеоусловий ниже минимумов для посадки	4
Условия, способствующие образованию снежного вихря	4
Отсутствие у пилота опыта пилотирования ВС по приборам	3
Отсутствие у пилота опыта взлета при метеоминимуме	3
В течение года имел место хотя бы один случай вылета при погоде ниже посадочного минимума и отсутствии пригодного а/д в часе полёта на одном двигателе	3
Отсутствие у пилота опыта взлетов/посадок с предельной составляющей бокового ветра	3
<i>Факторы среды пребывания экипажа</i>	
Повышенная температура в кабине экипажа в летний период	3
Недостаточное отопление в кабине экипажа в холодный период	3
Недостаточная яркость приборов	4
Ослепление пилота солнечными лучами	4
Наличие возмущений солнечной активности	3
Повышенный уровень шума в кабине экипажа	3
Наличие вибраций кабины экипажа	3

В связи с расширением номенклатуры позиций в перечне факторов опасности для летчиков вертолетов необходимо определить новые пороговые уровни по следующему алгоритму.

А. Исходные параметры FRAT в методике-прототипе [Рыбалкина и др., 2018]: сумма баллов $R_m = 146$; уровни рисков – $R_j = 20$; $R_r = 25$.

Б. Отношения и «желтого» K_j , и «красного» K_r уровней к максимальному значению:

$$K_j = \frac{R_m}{R_j} = \frac{146}{20} = 7,3.$$

$$K_r = \frac{R_m}{R_r} = \frac{146}{25} = 5,84.$$

В. Сумма с добавленными факторами (табл. 2) $R = 55$ баллов.

Г. Новая максимальная сумма $R_{m1} = R_m + R = 146 + 55 = 201$ баллов.

Д. Новые пороговые уровни с расширенной номенклатурой факторов:

$$R_{j1} = \frac{R_{m1}}{K_j} = \frac{201}{7,3} = 27.$$

$$R_{r1} = \frac{R_{m1}}{K_r} = \frac{201}{5,84} = 34.$$

Таким образом, на основе FRAT методики-прототипа [Рыбалкина и др., 2018] с дополнением семи факторов среды пребывания экипажа в раздел «Условия эксплуатации ВС», предложена «Методика оценки рисков на предстоящий полёт» для вертолётчиков. Алгоритм действий по новой методике аналогичен алгоритму методики-прототипа. Итоговое оценивание по «светофорной» схеме: «зеленый» (0 ... 26 баллов) – условия благоприятны; «желтый» (27 ... 33 балла) – повышенное внимание, «красный» – необходимы парирующие мероприятия.

Заключение

Деятельность любого персонала в области ГА связана с обеспечением БП. При этом факторы внешней среды оказывают неблагоприятное воздействие как на технику (неблагоприятные метеоусловия), так и на человека, понижая его работоспособность.

Одним из эффективных методов повышения БП и предотвращения АП является разработка и использование методик проактивного управления риском. Применение предложенной методики оценки риска предстоящего полёта позволяет выявлять полёты с повышенным уровнем риска и заблаговременно проводить мероприятия по его уменьшению.

Библиографический список

- Баевский Р. М. Холтеровское мониторирование в космической медицине: анализ variability сердечного ритма / Р. М. Баевский, Г. А. Никулина // Вестник аритмологии. 2000. №16. С. 6-16.
- Гузий А. Г. Методологический подход к априорной оценке эффективности мероприятий по предотвращению авиационных происшествий / А. Г. Гузий, В. Д. Шаров // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2006. №6. С.76-79.
- Действие авиационного шума на орган слуха специалистов Военно-Воздушных Сил / В. Н. Зинкин, С. К. Солдатов, П. М. Шешегов, С. В. Елефиров, В. Г. Миронов // Военно-медицинский журнал. 2009. Т. 330. №3. С. 54-58.

- Камзолов С. К. Основные поражающие факторы при воздействии молнии на воздушное судно // Обеспечение безопасности полетов в сложных метеоусловиях: межвузовский сборник научных трудов. М.: МГТУ ГА, 1996. С. 3-8.
- Карибов Д. П. Анализ статистики авиaproисшествий с вертолетами ГА РФ 2012–2016 годы // Aviation Explorer // [Электронный ресурс]. 2017. URL: <https://www.aex.ru/docs/4/2017/10/12/2664/> (дата обращения: 15.01.2023)
- Николайкин Н. И. Методология оценки влияния условий труда персонала авиапредприятий на риски в авиатранспортных процессах / Н. И. Николайкин, Ю. Г. Худяков // Научный вестник МГТУ ГА. 2013. № 197. С. 115-119.
- О необходимости и возможности снижения воздействия человеческого фактора на безопасность полётов / Н. И. Николайкин, В. В. Цетлин, С. А. Савчуков, З. В. Пожелуева, Е. Ю. Старков // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. 2017. № 2. С. 201-218.
- Рыбалкина А. Л. Методика оценки риска предстоящего полета для вертолетов с учетом неблагоприятных метеоусловий / А. Л. Рыбалкина, Е. И. Трусова, В. Д. Шаров // Научный вестник МГТУ ГА. 2018. Т. 21. № 6. С. 124-140. DOI 10.26467/2079-0619-2018-21-6-124-140.
- Рыбалкина А. Л. Уменьшение вероятности попадания электрических разрядов на воздушные суда в районе малых аэродромов / А. Л. Рыбалкина, А. С. Спирин, Е. И. Трусова // Инновации в гражданской авиации. 2017. Т. 2. № 2. С. 99-105.
- Рыбалкина А. Л. Уменьшение влияния неблагоприятных внешних условий в аэропортах местного значения / А. Л. Рыбалкина, А. С. Спирин, Е. И. Трусова // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2018. Т. 21. № 3. С. 101-114. DOI 10.26467/2079-0619-2018-21-3-101-114.
- Средства и методы противомолниевой защиты самолетов / В. М. Зосимов, Б. В. Зубков, С. К. Камзолов, М. Г. Голубева, С. А. Тепнадзе. Тбилиси: Профиздат, 1999. 321 с.
- Хайбуллов М. В. Прогнозирование гроз в аэропорту г. Сочи / М. В. Хайбуллов, И. А. Иванова // Проблемы физики атмосферы, климатологии и мониторинга окружающей среды : Доклады IV Международной научной конференции, Ставрополь, 23–25 мая 2022 года. Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2022. С. 234-239.
- Шум в салонах пассажирских самолетов. Ч. 2 / А. Г. Мушин, Б. М. Ефимцов, Л. Я. Кудисова и др. Москва: Машиностроение, 1986. 258 с.
- Effects of Electromagnetic Fields on Aviation Personnel, Their Behavior, and Erroneous Actions / V. Tsetlin, G. Stepanova, N. Nikolaykin, N. Korepina // Lecture Notes in Machine Engineering (LNME): Proceedings of 10th International Conference on Recent Advances in Civil Aviation. 2022. Pp. 383-392. DOI: 10.1007/978-981-19-3788-0_34.
- Flight Risk Assessment Tools: Federal Aviation Administration // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.faa.gov/newsroom/safety-briefing/flight-risk-assessment-tools> (дата обращения: 06.03.2023).
- Steuernagle J. FAAST FRAT FAQs Federal Aviation Administration: Recourses // [Электронный ресурс]. 2015. URL: https://www.faa.gov/gslac/ALC/libview_normal.aspx?id=105777 (25.02.2023).

References

- Baevskij R. M., Nikulina G. A. (2000). Holter monitoring in space medicine: analysis of heart rate variability. *Bulletin of Arrhythmology*. 16: 6-16. (in Russian)
- Effects of Electromagnetic Fields on Aviation Personnel, Their Behavior, and Erroneous Actions / V. Tsetlin, G. Stepanova, N. Nikolaykin, N. Korepina // *Lecture Notes in Machine Engineering (LNME): Proceedings of 10th International Conference on Recent Advances in Civil Aviation*. 2022. 383-392. DOI: 10.1007/978-981-19-3788-0_34.

- Flight Risk Assessment Tools. Federal Aviation Administration // [Electronic resource]. URL: <https://www.faa.gov/newsroom/safety-briefing/flight-risk-assessment-tools> (accessed 06.03.2023).
- Guzij A. G., Sharov V. D. (2006). Methodological approach to a priori assessment of the effectiveness of measures to prevent accidents. *Safety and emergencies problems*. 6: 76-79. (in Russian)
- Hajbullov M. V., Ivanova I. A. (2022). Forecasting thunderstorms at Sochi airport. *Problemy fiziki atmosfery, klimatologii i monitoringa okruzhayushchej sredy: Doklady Mezhdunarodnoj NK*. May 23 – 25, 2022. Stavropol: 234-239. (in Russian)
- Kamzolov S. K. (1996). The main damaging factors when exposed to lightning on an aircraft. *Obespechenie bezopasnosti poletov v slozhnyh meteousloviyah: mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov*. Moscow: 3-8. (in Russian)
- Karibov D. P. Analysis of the statistics of air accidents with helicopters of the General Aviation Administration of the Russian Federation 2012-2016. // [Electronic resource]. 2017. URL: <https://www.aex.ru/docs/4/2017/10/12/2664/> (accessed 15.01.2023). (in Russian)
- Munin A. G., Efimtsev B. M., Kudisova L. Ya. et al. (1986). Noise in passenger aircraft cabins. Part 2. Moscow. 1986. 258 p. (in Russian)
- Nikolaykin N. I., Khudyakov Yu. G. (2013). Airlines staff working conditions methodology assessment impact at risk of air transport processes. *Civil Aviation High Technologies (Nauchnyi Vestnik MGTU GA)*. 1197: 115-119. (in Russian)
- Nikolaykin N. I., V. V. Cetlin, S. A. Savchukov, Z. V. Pozhelueva, E. YU. Starkov. (2017). Concerning the need and possibility of decreasing the human factor influences on flight safety. *Crede Experto: transport, society, education, language*. 2: 201-218. (in Russian)
- Rybalkina A. L., Spirin A. S., Trusova E. I. (2017). Reducing probability of electrical discharges on aircraft in the area of small airfields. *Innovations In Civil Aviation*. 2(2): 99-105. (in Russian)
- Rybalkina A. L., Trusova E. I., Sharov V. D. (2018). Risk assessment methodology for a forthcoming flight of helicopters taking into account unfavorable meteorological conditions. *Civil Aviation High Technologies (Nauchnyi Vestnik MGTU GA)*. 21(6): 124-140. (in Russian)
- Rybalkina A. L., Spirin A. S., Trusova E. I. (2018). Reducing influence of adverse external conditions in the local airports. *Nauchnyy Vestnik MGTU GA*. 21(3): 101-114. DOI 10.26467/2079-0619-2018-21-3-101-114 (in Russian)
- Steuernagle J. FAAST FRAT FAQs Federal Aviation Administration // [Electronic resource]. 2015. URL: https://www.faasafety.gov/gslac/ALC/libview_normal.aspx?id=105777 (accessed 25.02.2023).
- Zinkin V. N., Soldatov S. K., Sheshegov P. M., Elefirenko S. V., Mironov V. G. (2009). The effect of aircraft noise on the hearing organ of Air Force specialists. *Military Medical Journal*. 330(3): 54-58. (in Russian)
- Zosimov V. M., Zubkov B. V., Kamzolov S. K., Golubeva M. G., Tepnadze S. A. (1999). Means and methods of anti-lightning protection of aircraft. Tbilisi: 1999. 321 p. (in Russian)

УДК 519.718, 519.688

DOI 10.51955/2312-1327_2023_1_57

МЕТОДИКА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ХАРАКТЕРИСТИК ИХ НАДЕЖНОСТИ НА ЭТАПАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Сергей Михайлович Кривель^{1,2},
orcid.org/0000-0003-0569-4796,*

кандидат технических наук, доцент

¹Иркутский государственный университет,

ул. Карла Маркса, 1

Иркутск, 664003, Россия

²Иркутский национальный исследовательский

технический университет,

ул. Лермонтова, 83

Иркутск, 664074, Россия

krivel66@mail.ru

Анастасия Александровна Лебедева,

Иркутский государственный университет,

ул. Карла Маркса, 1

Иркутск, 664003, Россия

hell-sing13@mail.ru

Александра Борисовна Спасибко,

Иркутский государственный университет,

ул. Карла Маркса, 1

Иркутск, 664003, Россия

alekspbor@gmail.com

Аннотация. Работа посвящена созданию универсального программного обеспечения по разработке компьютерных моделей систем, позволяющих исследовать параметры и характеристики надежности систем на основе структурной схемы надежности, и методических принципов использования предлагаемого программного обеспечения при анализе эксплуатационных свойств систем при их проектировании. Программное обеспечение представляет собой приложение (Toolbox) системы динамического моделирования Simulink. Алгоритмы и программы являются унифицированными, сгруппированы по назначению, предназначены для формирования математических и компьютерных моделей сложных структурных систем надежности. Предлагаемое программное обеспечение позволяет выполнять вычислительный эксперимент по анализу характеристик надежности и оценку эффективности мероприятий по повышению надежности технических и технологических систем; достаточно просто модифицировать математические модели; организовывать программный интерфейс; обрабатывать результаты моделирования. Особенности программного обеспечения позволяют достаточно эффективно изменять как характеристики и параметры надежности

элементов системы, так и структуру взаимосвязей элементов системы с точки зрения надежности всей системы в целом. В работе приводится пример использования программного обеспечения.

Ключевые слова: SIMULINK, MATLAB, надежность, методы расчета параметров надежности, структурные схемы надежности, надежность технических систем, надежность технологических систем, надежность машин.

METHODOLOGY AND SOFTWARE FOR MODELING THE FUNCTIONING OF SYSTEMS TAKING INTO ACCOUNT THE CHARACTERISTICS OF THEIR RELIABILITY AT THE STAGES OF OPERATION AND DESIGN

*Sergey M. Krivel^{1,2},
orcid.org/0000-0003-0569-4796,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
¹Irkutsk State University,
1, Karl Marx str.
Irkutsk, 664003, Russia
²Irkutsk National Research
Technical University,
83, Lermontova str.
Irkutsk, 664074, Russia
krivel66@mail.ru*

*Anastasia A. Lebedeva,
Irkutsk State University,
1, Karl Marx str.
Irkutsk, 664003, Russia
hell-sing13@mail.ru*

*Alexandra B. Spasibko,
Irkutsk State University,
1, Karl Marx str.
Irkutsk, 664003, Russia
aleksbpor@gmail.com*

Abstract. The work is devoted to the creation of universal software for the development of computer models of systems that allow studying the parameters and characteristics of the reliability of systems based on the structural scheme of reliability, and the methodological principles of using the proposed software in the analysis of the operational properties of systems in their design. The software is an application (Toolbox) of the Simulink dynamic modeling system. Algorithms and programs are unified, grouped by purpose, designed to form mathematical and computer models of complex structural reliability systems. The proposed software allows performing a computational experiment to analyze reliability characteristics and to evaluate the effectiveness of measures to improve the reliability of technical and technological systems; it is enough to simply modify mathematical models; organize a software interface; process simulation results. The features of the software make it possible to effectively change both the characteristics and reliability parameters of the system elements and the structure of the interrelationships of the system elements from the point of view of the reliability of the entire system as a whole. The paper provides an example of using the software.

Keywords: SIMULINK, MATLAB, reliability, methods for calculating reliability parameters, reliability block diagrams, reliability of technical systems, reliability of technological systems, reliability of machines.

Введение

Для решения задач оценки характеристик надежности систем на различных этапах их жизненного цикла от проектирования до окончания эксплуатации предлагается достаточно широкий круг специализированного программного обеспечения. Наиболее известны такие программные комплексы как программное средство АРБИТР («Программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования и расчета надежности и безопасности систем») [Можаев, 2008]; программный комплекс ReliaSoft; пакет средств анализа Relex Studio и Risk Spektrum; программный комплекс автоматизированного структурно-логического моделирования ПК АСМ; программный комплекс АСОНИКА-К [Расчет реальной..., 2011; Строгонов и др., 2007] и другие. Отдельного рассмотрения требуют различные информационные системы определения и анализа надежности систем на основе статистических данных.

Следует заметить, что большинство специализированных программных комплексов, как правило, ориентированы на определенный круг задач или систем, имеют закрытые алгоритм и код. Эти факторы делают невозможным их модернизацию на уровне алгоритмов и затрудняют приложение к решению «уникальных» задач без участия разработчика. Именно поэтому на практике обычно используются программы для ЭВМ уникальной разработки, созданные с использованием различных систем и языков программирования [Белова, 2013; Сервис-ориентированный..., 2017; Кирьянчиков и др., 2017; Савицкий, 2012; Федухин и др., 2011]. В настоящей работе предлагается общий подход к решению задач надежности на основе метода структурных схем надежности с использованием системы динамического моделирования Simulink (составляющей программного комплекса Matlab) [Гультяев, 2000]. По своей сути настоящая работа является развитием идей и методов работ [Кривель, 2018; Кривель, 2019; Кривель и др., 2021].

Метод определения характеристик надежности систем с использованием структурной схемы надежности получил самое широкое распространение. Основными достоинствами метода являются его относительная простота, высокая наглядность и информативность с точки зрения анализа надежности системы и влияния на нее различных факторов. В силу указанных достоинств методы на основе анализа структурной схемы надежности не только широко используются на практике, но и фактически приняты в качестве базовых в ряде учебных курсов по теории надежности систем (ГОСТ Р 51901.14-2005 / Менеджмент риска. Метод структурной схемы надежности, ГОСТ Р 51901.14-2007 / Менеджмент риска. Структурная схема надежности и булевы методы, ГОСТ Р 51901.5-2005 / Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности) [Острейковский, 2003].

Общая характеристика программного комплекса

В работах [Кривель, 2018; Кривель, 2019] изложены общие теоретические и методические принципы построения приложения к Simulink, представляющего собой отдельное программное обеспечение решения широкого класса задач моделирования функционирования систем и их проектирования с учетом характеристик надежности как отдельных элементов систем, так и систем в целом [Кривель и др., 2021].

Решение задач расчета характеристик надежности сводится к определению зависимости вероятности безотказной работы P (вероятности отказа Q) системы от времени. Исходными данными являются параметры, определяющие характер изменения вероятностей безотказной работы P или отказа Q отдельных элементов системы. Все остальные характеристики системы (например, средняя наработка на отказ, количество исправных систем и подсистем в заданный момент времени и т.д.) являются, в конечном итоге, производными от величин P или Q .

В соответствии с положениями работ [Кривель, 2018; Кривель, 2019; Кривель и др., 2021] все операции расчета и соответствующие им блоки Simulink разделены на три группы. Первая группа блоков объединяет операции расчета вероятностей безотказной работы элементов структурной схемы надежности на основе заданных исходных данных и математических моделей элементов. Вторая группа блоков объединяет операции расчета вероятностей безотказной работы групп элементов, образующих типовые схемные соединения. Третья группа объединяет операции расчета заданных к определению характеристик надежности для системы в целом, ее подсистем или отдельных элементов.

Математические и компьютерные модели расчета вероятностей безотказной работы элементов структурной схемы надежности

В случае параметрической оценки надежности элемента системы для расчета вероятности безотказной работы элемента $P_i = P_i(t)$ используются формулы, формируемые исходя из используемого закона распределения. Параметры закона распределения являются исходными данными для соответствующего блока. Закон распределения и его параметры определяются на основе статистических данных, гипотез или результатов специальных испытаний. Разработаны и представлены в пакете программ блоки, которые реализуют наиболее часто используемые законы распределения. Это блоки, реализующие экспоненциальное, нормальное, равномерное, логарифмически нормальное, биномиальное, DN-распределение, Вейбулла и Пуассона, а также оценку при смеси двух экспоненциальных распределений и при гамма-распределении. Могут использоваться и другие законы распределения, их композиции, а также многомерные распределения.

В качестве примера формирования блока Simulink представим методику формирования блока с гамма-распределением.

Гамма-распределение чаще всего является результатом смешения большого числа потоков, имеющих экспоненциальное распределение. Например, потоков отказов из-за коррозии, вибраций, статических нагрузок, ошибок персонала и т.д.

Функция плотности $f(t)$ гамма-распределения описывается формулой [Гнеденко и др., 1965]:

$$f(t) = \frac{a^b}{\Gamma(b)} e^{-at} t^{b-1}, \quad (1)$$

где a – параметр места; b – параметр формы; $\Gamma(b)$ – гамма-функция от b , заданная таблицей значений.

Вероятность безотказной работы $P(t)$ определяется выражением

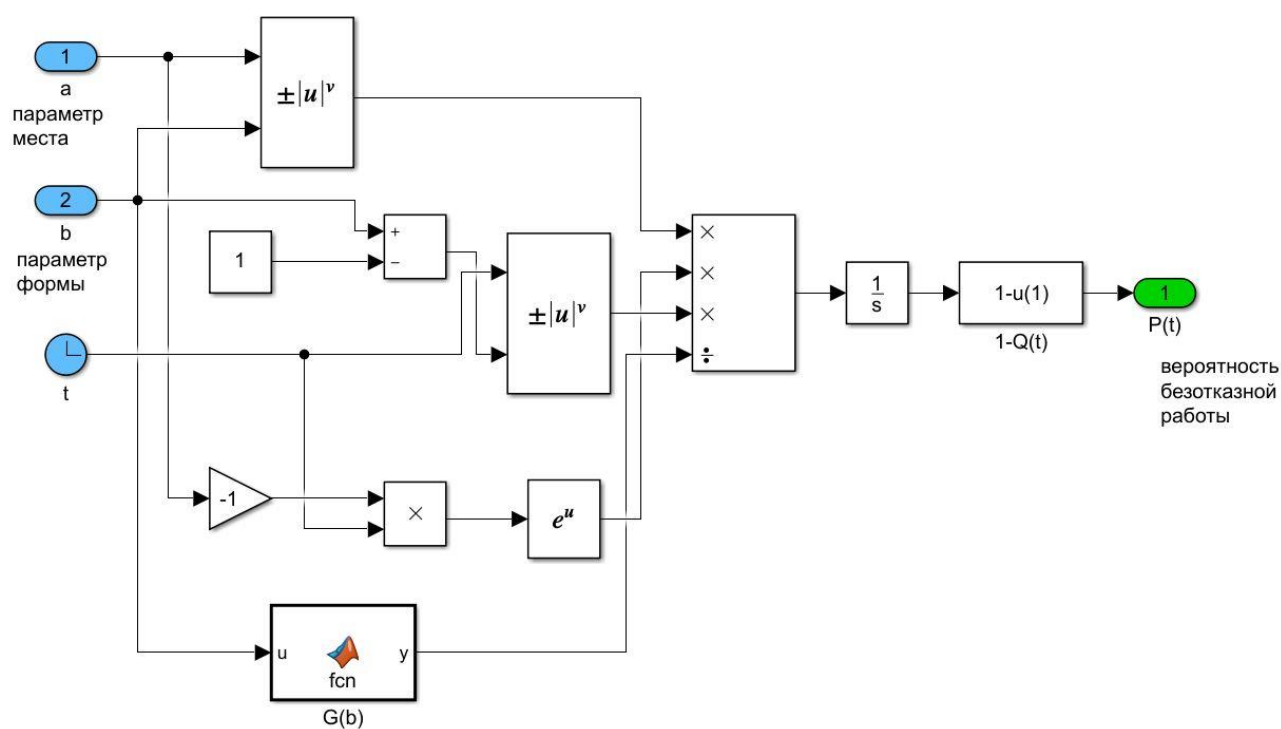
$$P(t) = \int_0^t \frac{a^b t^{b-1} e^{-at}}{\Gamma(b)} dt. \quad (2)$$

В программе Simulink (рисунок 1) значение функции плотности гамма-распределения рассчитывается с помощью интерполяции табличных значений.

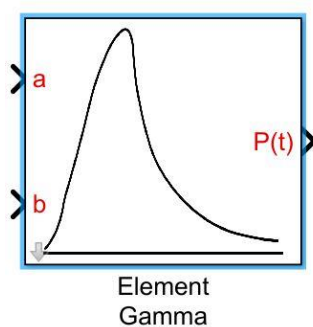
Аналогичным образом построены программы и оформлены блоки для других вариантов параметрического задания характеристик надежности элемента системы. Следует заметить, что каждый блок оснащен подробным описанием с инструкцией по применению, оформленной с использованием возможностей оформления блоков Simulink.

Расчет вероятности безотказной работы элементов в случае непараметрического описания и в условиях недостатка априорной информации

Случай непараметрического описания вероятности безотказной работы элемента системы обычно используется, если известен закон распределения вероятности из априорной информации и нет возможности или необходимости представлять закон в параметрическом виде. То есть, непараметрические методы позволяют по результатам наблюдений оценивать неизвестные значения показателей надежности. Возможность анализировать данные без предположений о законе распределении времени отказов позволяет избежать многих потенциальных ошибок, связанных с неправильным выбором закона распределения вероятности отказа или безотказной работы. С другой стороны, такая оценка вероятности может содержать ошибку за пределами временного диапазона априорной информации об отказах объекта в процессе жизненного цикла [Расчет реальной..., 2011]. В любом случае, алгоритм и блок расчета вероятности безотказной работы представляют собой обработку и аппроксимацию данных, как правило, опытных и имеющих статистический характер.



a)



б)

Рисунок 1 – Simulink-алгоритм (а) и вариант оформления элементарного блока (б) расчета вероятности безотказной работы элемента в случае гамма-распределения плотности вероятности отказа

Математические и компьютерные модели расчета вероятностей безотказной работы элементов, образующих типовые схемные соединения

Основой анализа структурной схемы надежности системы является группировка элементов по типовым соединениям и расчет вероятности безотказной работы элементов в составе групп. Основными типовыми соединениями элементов являются: последовательное соединение элементов; параллельное соединение двух и более элементов; мостиковая схема соединения элементов; схемы с переключателем (как одна из модификаций мостиковой схемы); соединение m из n элементов (ГОСТ Р 51901.14-2005 / Менеджмент риска. Метод структурной схемы надежности, ГОСТ Р 51901.14-2007 / Менеджмент риска. Структурная схема надежности и

булевы методы, ГОСТ Р 51901.5-2005 / Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности).

В работах [Кривель, 2018; Кривель, 2019] подробно рассмотрено построение блоков и их алгоритмов для случаев последовательного, параллельного, мостикового схем соединения.

Рассмотрим особенности построения блоков и алгоритмов схемы с переключателем и соединения m из n .

Очевидно, что структурная схема надежности мостикового соединения может быть представлена по методу минимальных путей последовательно-параллельным соединением соответствующих элементов. Тогда программа расчета вероятности безотказной работы всей системы из пяти элементов может быть представлена алгоритмом на основе типовых блоков последовательного и параллельного соединений (рисунок 2). Входными данными для блока, описывающего мостиковое соединение пяти элементов, являются вероятности безотказной работы каждого элемента в отдельности $P_1(t)$, $P_2(t)$, $P_3(t)$, $P_4(t)$, $P_5(t)$. Система представляет собой параллельное соединение четырех последовательных цепей: 1 и 2 элементы; 4 и 5 элементы; 1, 3 и 4 элементы; 4, 3 и 2 элементы.

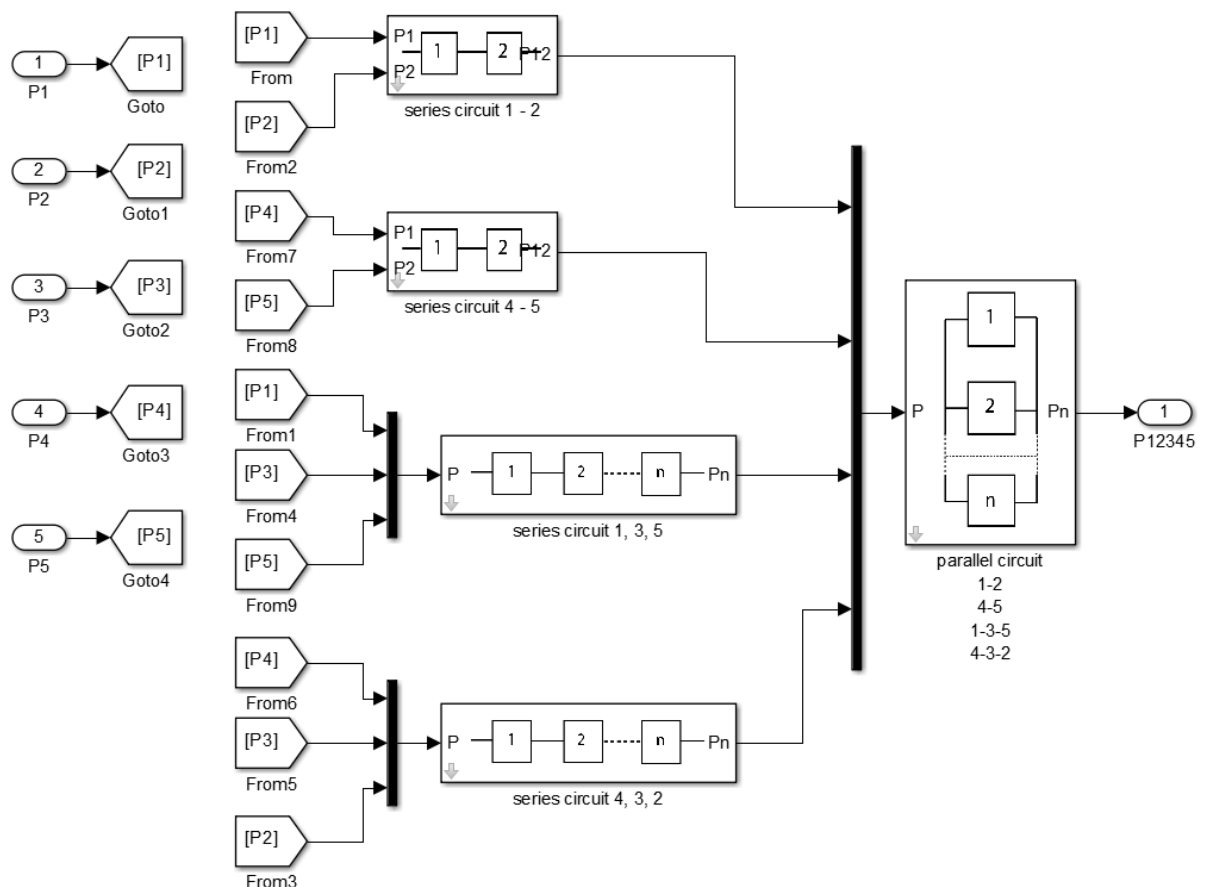


Рисунок 2 – Simulink-алгоритм расчета вероятности безотказной работы мостикового соединения для пяти элементов

В схемы с переключателем вводятся дополнительные условия на основе переключателей Simulink. Если переключатель включен,

рассматривается алгоритм мостикового соединения (рисунок 2), в противном случае рассматривается схема соединения элементов как параллельное или параллельно последовательное соединение.

Наиболее сложным для моделирования является случай m из n . Тогда составной элемент системы, который состоит из n подсистем или элементов, считается отказавшим, если отказало m и более составляющих подсистем или элементов. В этом случае соединение элементов по схеме m из n заменяется системой параллельно соединенных путей каждой из n подсистем или элементов с расчетом вероятности безотказной работы каждого из n элементов. Результаты расчета являются входными данными блока расчета вероятности безотказной работы составного элемента (вероятности того, что одновременно не отказали более чем $(n-m)$ подсистем или элементов).

Расчет вероятности безотказной работы составного элемента, в этом случае, выполняется по известным, основанным на теоремах сложения и умножения вероятностей формулам [Ануреев и др., 1967]. Так, для случая $m=2$ из $n=4$ для подсистем с вероятностями безотказной работы $P_1(t)$, $P_2(t)$, $P_3(t)$, $P_4(t)$ вероятность безотказной работы составного элемента $P(t)$ определится выражением:

$$P = P_1 P_2 P_3 P_4 + (1 - P_1) P_2 P_3 P_4 + P_1 (1 - P_2) P_3 P_4 + P_1 P_2 (1 - P_3) P_4 + P_1 P_2 P_3 (1 - P_4) + \\ + P_1 P_2 (1 - P_3) (1 - P_4) + P_1 (1 - P_2) P_3 (1 - P_4) + P_1 (1 - P_2) (1 - P_3) P_4 + \\ + (1 - P_1) P_2 P_3 (1 - P_4) + (1 - P_1) P_2 (1 - P_3) P_4 + (1 - P_1) (1 - P_2) P_3 P_4. \quad (3)$$

Следует заметить, что на практике значение n и m , как правило, не велико. Поэтому в предлагаемом программном разработаны блоки 2 из 3, 2 из 4, 3 из 4, 2 из 5, 3 из 5, 4 из 5, 2 из 6, 3 из 6, 4 из 6, 5 из 6. Кроме этого, разработан блок с произвольными m и n .

Таким образом, создание математической и компьютерной моделей сложной структурной схемы надежности представляет собой последовательную группировку элементов в виде типовых соединений. Следует заметить, что все типовые соединения в рамках предлагаемых алгоритмов сводятся к применению, в конечном итоге, исключительно последовательных и параллельных соединений.

Модель надежности восстанавливаемого элемента системы

В рамках решаемых задач под восстанавливаемым объектом будем понимать элемент системы, который может быть восстановлен или заменен (восстановлена его функция) в случае отказа.

Если элемент отказал, т.е. перешел в неработоспособное и нефункционирующее состояние, считается, что вероятность его безотказной работы равна нулю. Любое искусственное исключение элемента из работы системы считается его отказом. Под искусственным исключением, в том числе, понимается выполнение профилактических, ремонтных и других

работ на элементе с его выключением. Эти работы рассматриваются как работы по восстановлению надежности элемента системы (повышению вероятности его безотказной работы).

Допускается, что элемент, который устанавливается вместо отказавшего, может иметь предварительную наработку или срок предварительного хранения. Этим постулируется тот факт, что начальная вероятность безотказной работы элемента может быть снижена (не равна единице). Кроме этого, есть возможность учета не полного восстановления надежности элемента при его ремонте или выполнении работ по восстановлению надежности. Естественно, такое моделирование требует наличия априорных данных или ряда гипотез, принимаемых на основе целей моделирования.

Возможно исключение элемента из работы системы в соответствии с различными стратегиями его эксплуатации. Например, по наработке или по факту снижения вероятности его безотказной работы ниже заданного уровня. Могут быть заданы и другие правила исключения элемента и, соответственно, его включения.

Таким образом, в качестве исходных данных моделирования восстанавливаемого элемента системы могут быть заданы следующие параметры:

- закон распределения вероятности безотказной работы данного элемента $P(t)$;
- заданная вероятность безотказной работы P_3 , после которой объект подлежит восстановлению, или календарное время (наработка) отвода элемента на восстановление (в случае планово-предупредительной стратегии технической эксплуатации элемента);
- начальная наработка элемента $t_{нач}$;
- время восстановления элемента $\Delta t_{вос}$;
- доля деградации вероятности безотказной работы элемента системы ΔP , характеризующая неполное восстановление надежности элемента при ремонте или профилактических работах;
- время, после которого объект отправляется на капитальный ремонт (подлежит замене или полному исключению из системы) $t_{кан}$.

В этом случае, графическая модель изменения вероятности безотказной работы восстанавливаемого объекта в простейшем варианте может иметь вид, представленный на рисунке 3. На рисунке 4 представлен Simulink-алгоритм моделирования рассмотренного выше восстанавливаемого элемента. Используется Simulink-приложение StateFlow.

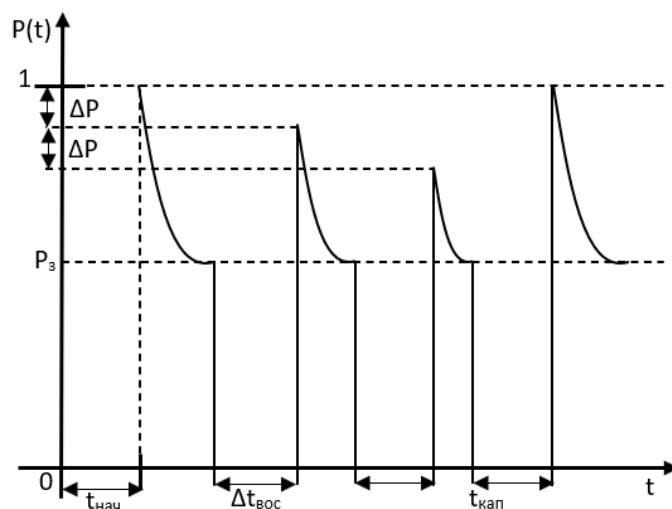
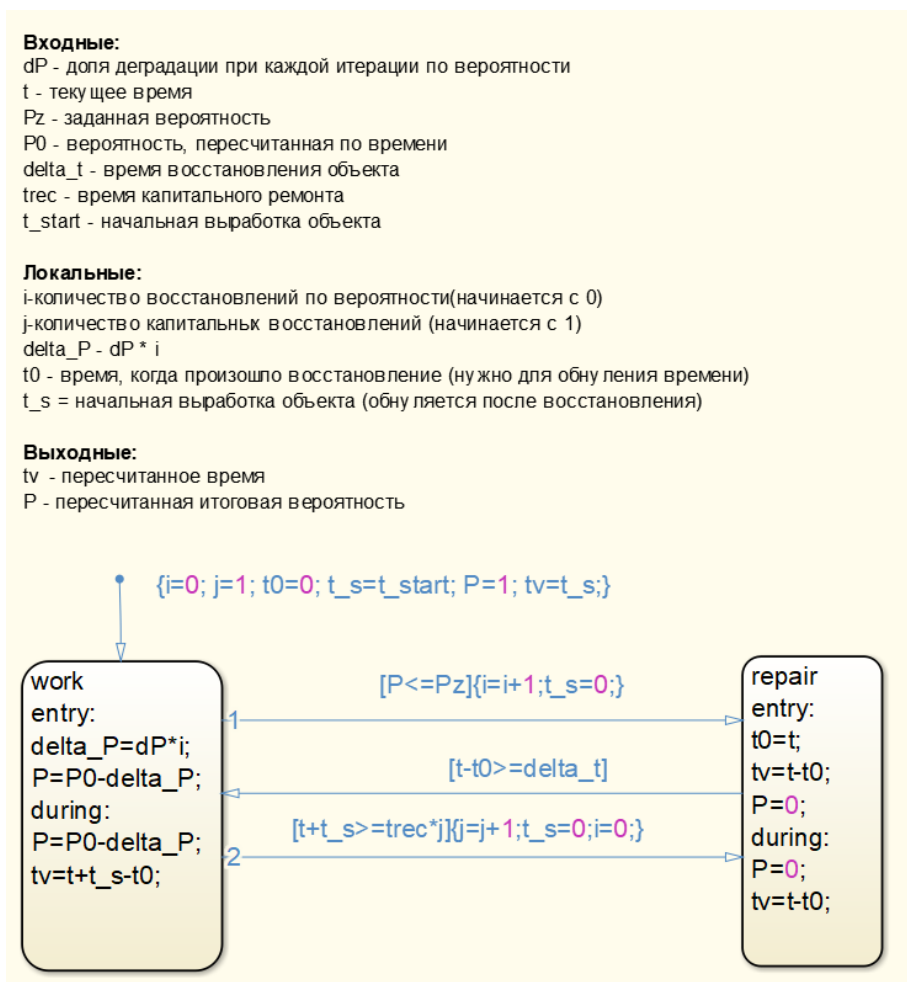
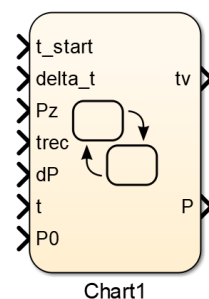


Рисунок 3 – Модель изменения вероятности безотказной работы восстанавливаемого объекта в процессе рассматриваемого промежутка времени



а)



б)

Рисунок 4 – Simulink-алгоритм (а) и вариант оформления элементарного блока (б) расчета вероятности безотказной работы восстанавливаемого элемента

Результаты исследований

В качестве демонстрации возможностей разработанного программного обеспечения рассмотрим моделирование и расчет характеристик надежности типового участка электроснабжения месторождения полезных ископаемых, отличающегося разнообразием типов источников электроэнергии.

Объектом исследования являются характеристики надежности типового участка автономного электроснабжения. Под характеристиками надежности понимаются прежде всего вероятность обеспечения потребителей электростанции располагаемой (максимально возможной) мощностью электроэнергии.

На рисунке 5 представлена функциональная схема участка автономного электроснабжения месторождения.

В схеме участка автономного электроснабжения используются:

- 1) ПАЭС-2500 – передвижная автоматизированная газотурбинная электростанция, номинальной мощности 2,5 МВт;
- 2) УРАЛ-6000 – газотурбинная блочно-модульная электростанция (ГТЭС), номинальной мощности 6 МВт;
- 3) САТУРН (ГТА-6РМ) – газотурбинный агрегат, номинальной мощности 6 МВт;
- 4) ГТЭ-6/6,3 – газотурбинная электростанция (ГТЭС), номинальной мощности 6 МВт;
- 5) ЭГ-12 (ГТЭС-12П) – газотурбинная блочно-модульная электростанция, номинальной мощности 12 МВт;
- 6) ЗРУ-6кВ – закрытое распределительное устройство, номинальное входное напряжение 6 кВ;
- 7) ВЩ – входные щиты;
- 8) ГРУ – главное распределительное устройство;
- 9) Переключатель;
- 10) ТП-6/35 – передвижная трансформаторная подстанция;
- 11) ЗРУ-35кВ – закрытое распределительное устройство, номинальное напряжение 35 кВ.

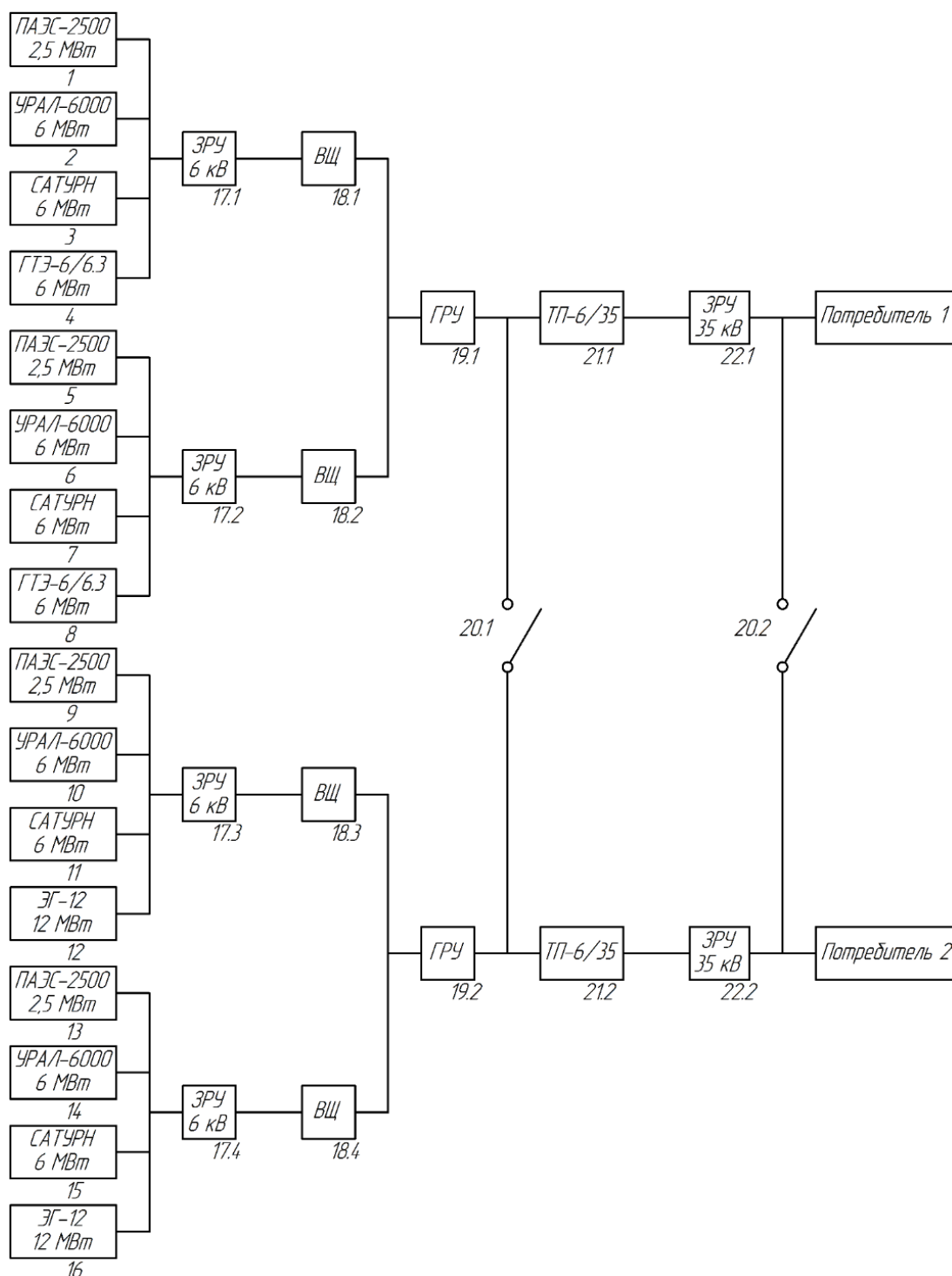


Рисунок 5 – Функциональная схема участка автономного электроснабжения месторождения

Компьютерная модель системы состоит из 3 основных групп блоков, описывающих работы системы (рисунок 6):

- 1) группа блоков расчета вероятности безотказной работы восстанавливаемых элементов (объектов);
- 2) группа блоков расчета вероятности безотказной работы невосстанавливаемых элементов (объектов);
- 3) блок расчета вероятности безотказной работы всей системы (структурной схемы надежности).

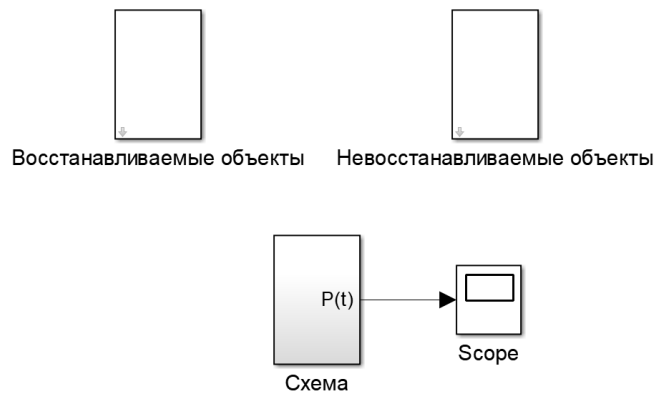


Рисунок 6 – Общая структура компьютерной модели

В данной программе восстанавливаемыми считаются первые 5 объектов (собственно источники электроэнергии). Каждый такой объект состоит из блока нормального и экспоненциального распределений, соединенных последовательно. Нормальный закон был выбран исходя из известных данных по плановой замене и обслуживанию оборудования (таблица 1), а экспоненциальный учитывает случайные факторы, приводящие к отказу. Предоставленные авторам данные по надежности (отказам) элементы системы позволили выбрать параметры законов распределения вероятностей безотказной работы электрогенераторов. Параметры объектов представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Сроки плановой замены и обслуживания электростанций

Название объекта	Наработка выхода на плановое обслуживание, час	Длительность планового обслуживания, час	Наработка выхода на плановую замену (ресурс до ремонта), час
ПАЭС	500	22	5000
УРАЛ	1500	120	8000
САТУРН	1500	120	8000
ГТЭ	2500	120	8000
ЭГ-12	2500	192	8000

Таблица 2 – Параметры восстанавливаемых объектов

Название объекта	Параметр экспоненциального распределения	Параметр нормального распределения	Мат ожидание нормального распределения	Доля деградации объекта	Заданная вероятность	Время восстановления	Время капитального ремонта	Начальная наработка
ПАЭС	0.0008664	100	800	0.005	0.68	22	5000	100
УРАЛ	0.0002888	300	2400	0.005	0.7	120	8000	50
САТУРН	0.0002888	300	2400	0.005	0.8	120	8000	200
ГТЭ	0.0001733	500	4000	0.005	0.6	120	8000	20
ЭГ-12	0.0001733	500	4000	0.005	0.5	192	8000	0

На рисунке 7 представлен Simulink-алгоритм моделирования одного генератора. Модели различных генераторов отличаются только величинами параметров.

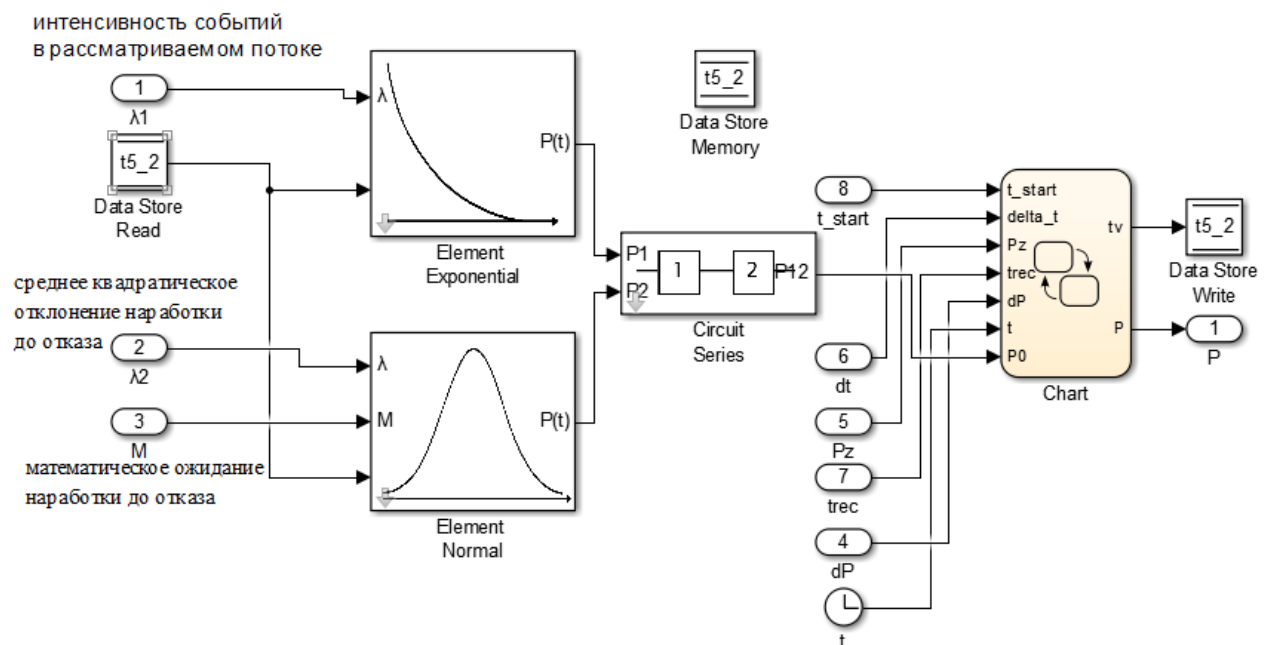
При формировании математической модели генератора использовался подход к описанию закона распределения вероятности отказа (безотказной работы), предложенный в работе [Кривель, 2019]. Он основан на следующих положениях. В таком сложном элементе могут возникать отказы самой различной природы и формы проявления. Полный закон распределения вероятности безотказной работы такого элемента безусловно не является простым и может описываться «классическими» законами распределения плотности вероятности безотказной работы или отказа с неудовлетворительной достоверностью. Попытки подобрать адекватный закон распределения приводят к созданию все более сложных типовых законов, которые, однако, не решают проблему в принципе.

Делается допущение, что все отказы, характерные для такого элемента системы можно условно разделить на группы по физическим причинам и, соответственно, по приближениям к каким-либо законам распределения плотности вероятности безотказной работы или отказа. Так, отказы по причине износа элементов системы с высокой степенью достоверности могут быть описаны нормальным законом распределения. На основе такого подхода вводятся понятия – назначенный ресурс и срок службы изделия. Отдельно выделяются внезапные отказы, которые возникают по широкому спектру трудно идентифицируемых или не рассматриваемых отдельно причин. В этом случае вероятность безотказной работы системы обычно аппроксимируют с помощью экспоненциального закона распределения плотности вероятности безотказной работы.

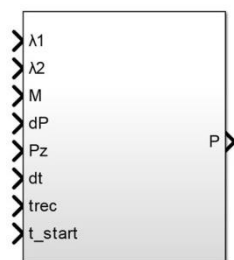
Сделаем допущение об отсутствии зависимости между вероятностью появления отказов по причинам одной группы от появления или характеристик законов распределения отказов по причинам других групп.

В этом случае, на структурной схеме надежности рассматриваемый элемент системы может быть представлен в виде последовательного соединения условных элементов, каждый из которых определяет вероятность возникновения отказа $P_{G1}(t)$ и $P_{G2}(t)$ первой и второй групп соответственно. Таким образом, постулируется, что рассматриваемый элемент (например, элемент с номером 1) системы является отказавшим, если возникает отказ любой группы данного элемента. Тогда, вероятность безотказной работы рассматриваемого элемента определится выражением:

$$P_I(t) = P_{G1}(t) \cdot P_{G2}(t) \quad (4)$$



а)



б)

Рисунок 7 – Simulink-алгоритм (а) и вариант оформления элементарного блока (б) расчета вероятности безотказной работы электрогенератора

Все прочие объекты системы считаются невосстанавливаемыми. Надежность этих элементов описывается экспоненциальным законом

распределения. Параметры конкретных элементов определены на основе предоставленных априорных данных (таблица 3).

Таблица 3 – Параметры невосстанавливаемых объектов

Название	ЗРУ-6	ВЩ	ГРУ	ТП	ЗРУ-35
Параметр экспоненциального распределения	0.000024	0.000001	0.0000024	0.000072	0.000048

Полное представление о Simulink-алгоритме блока расчета вероятности безотказной работы всей системы дает информация, представленная на рисунке 8.

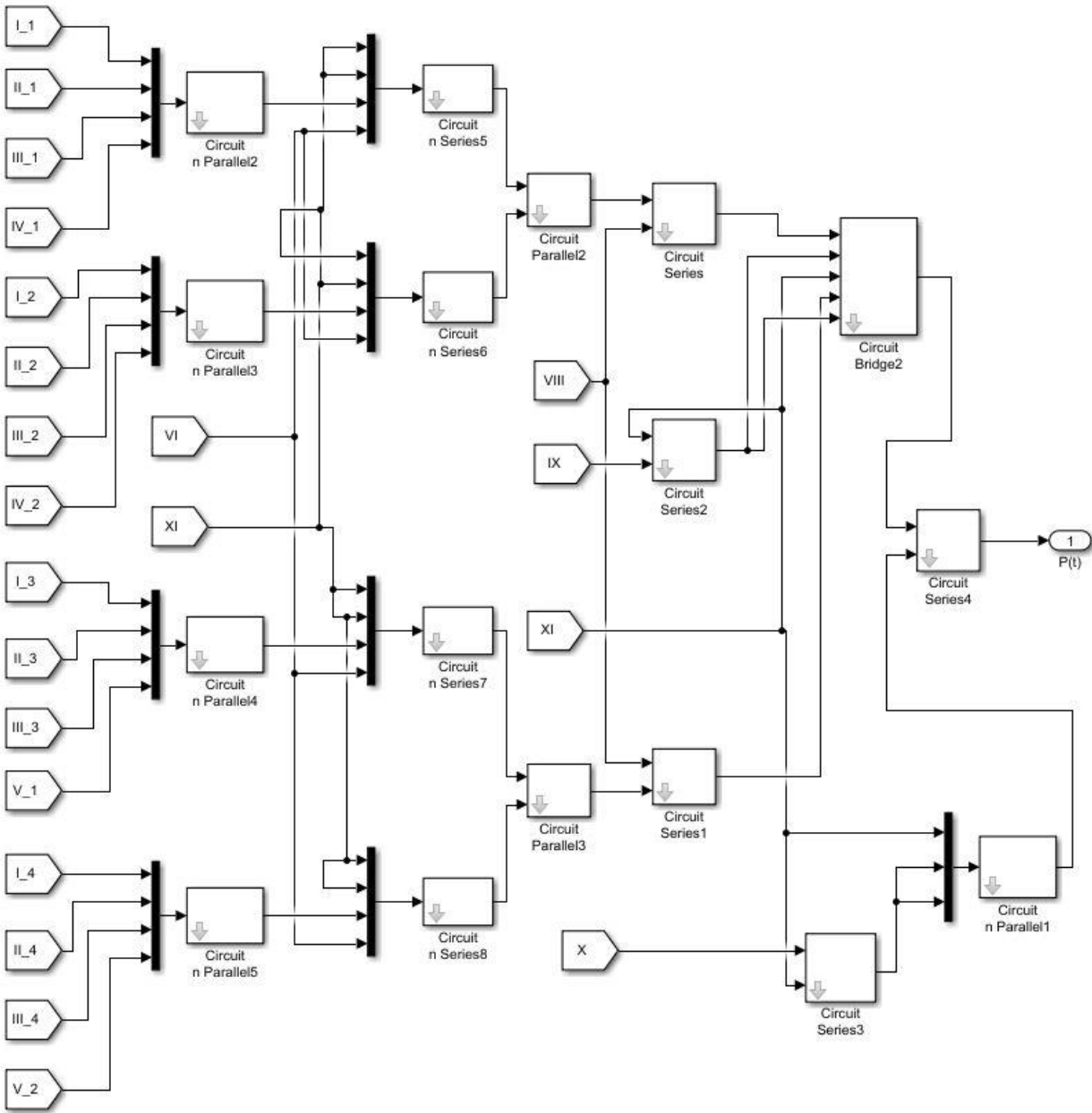


Рисунок 8 – Simulink-алгоритм блока расчета вероятности безотказной работы системы участка электроснабжения

На рисунках 9 и 10 представлены примеры расчета зависимостей вероятности безотказной работы системы в целом от времени работы для случая реализации восстановления элементов и без учета возможности восстановления.

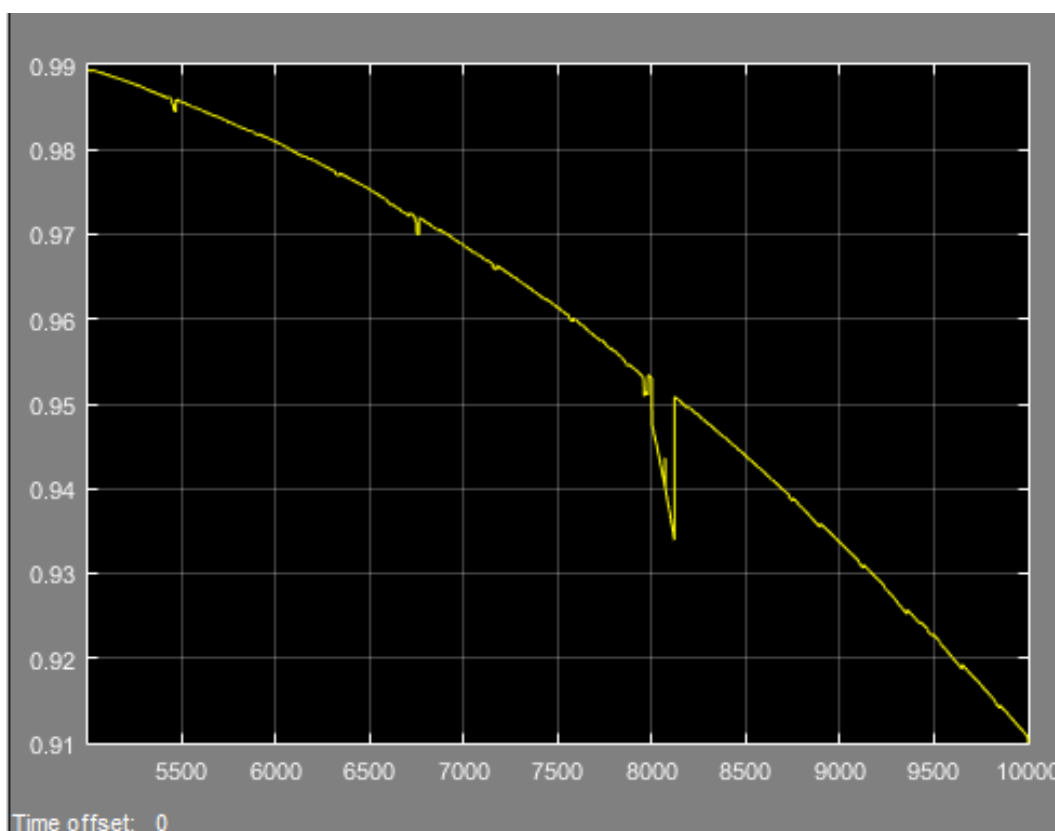


Рисунок 9 – Зависимость вероятности безотказной работы энергоучастка с учетом восстановления элементов от времени наработки в часах

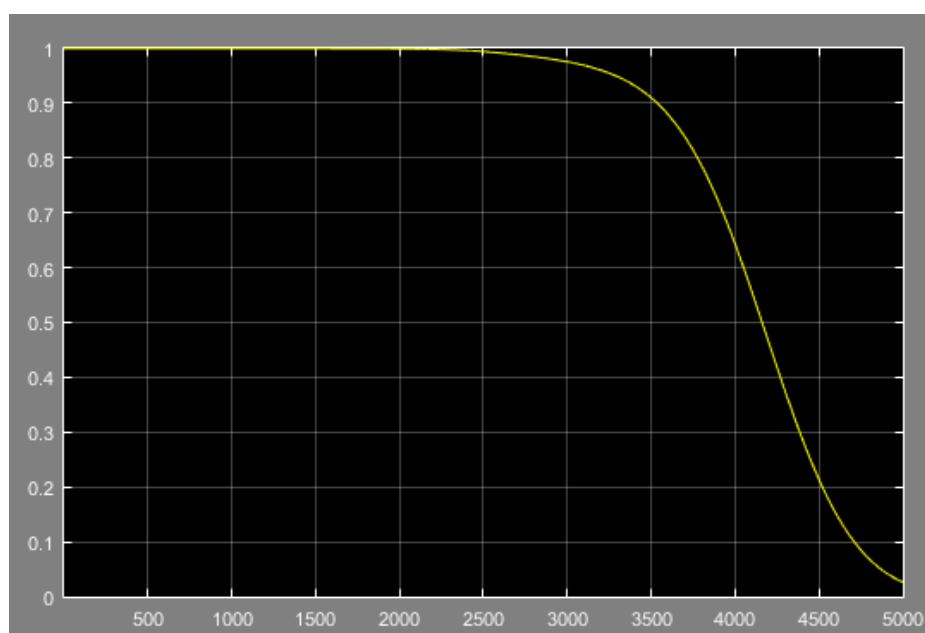


Рисунок 10 – Зависимость вероятности безотказной работы энергоучастка без учета восстановления элементов от времени наработки в часах

Из этих графиков можно сделать вывод, что за 10000 часов наработки вероятность безотказной работы системы (обеспечения месторождения электроэнергией с полной располагаемой мощностью) не опускается ниже 0,91. Если не учитывать восстановление элементов системы, то вероятность безотказной работы практически снижается до нуля на 4000 часов наработки. Снижение вероятности до 0,9 наблюдается примерно за 3500 часов наработки. На рисунке 14 в момент времени 8000 можно увидеть некоторое «проседание» вероятности безотказной работы. Это происходит из-за того, что многие объекты после этого времени отправляются на капитальный ремонт, что в рамках этой модели означает их замену. Возможно, данная информация явится исходными данными для принятия решений в рамках производственного менеджмента. Постоянное снижение вероятности объясняется наличием невосстанавливаемых объектов, вероятность безотказной работы которых снижается и периодически не восстанавливается.

Следует заметить, что известная величина вероятности безотказной работы и характер ее изменения по времени позволяют определить практически любые характеристики системы, например, прогнозировать максимальную располагаемую мощность энергоучастка, с учетом надежности как элементов системы, так и всей системы энергоснабжения в целом.

Заключение

Таким образом, разработанное программное расширение системы динамического моделирования Simulink позволяет значительно повысить эффективность и качество разработки математических и компьютерных моделей систем и процессов по определению характеристик надежности этих систем и процессов с использованием метода структурных схем надежности.

Библиографический список

- Ануреев И. И.* Применение математических методов в военном деле / И. И. Ануреев, А. Е. Татарченко. М.: Воениздат, 1967. 242 с.
- Белова В. В.* Возможности применения современных программных комплексов моделирования надежности систем для решения задач оценки надежности изделий ракетно-космической техники на этапе электрических испытаний // Космонавтика и ракетостроение. 2013. №1 (70). С. 118-122.
- Гнеденко Б. В.* Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и их статистический анализ / Б.В. Гнеденко, В.К. Беляев, А.Д. Соловьев. М.: Наука, 1965. 524 с.
- Гультяев А.* Визуальное моделирование в среде MATLAB. СПб.: Питер, 2000. 432 с.
- Кирияничков В. А.* Методика и программное средство оценки надежности вычислительных систем с помощью структурных схем надежности / В. А. Кирияничков, Л.К. Москвина // Известия СПбГТЭУ «ЛЭТИ». 2017. №8. С. 29-37.
- Кривель С. М.* Анализ структурной схемы надежности технических систем с использованием Simulink // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. Т. 22. № 6(137). С. 85-97. DOI 10.21285/1814-3520-2018-6-85-97.

Кривель С. М. Оценка надежности технических систем и технических процессов на основе структурной схемы надежности с использованием Simulink // Динамические системы, оптимальное управление и математическое моделирование : Материалы Международного симпозиума, посвященного 100-летию математического образования в Восточной Сибири и 80-летию со дня рождения профессора О. В. Васильева, Иркутск, 07-12 октября 2019 года. Иркутск: Иркутский государственный университет. 2019. С. 328-333.

Кривель С. М. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021618135 Российская Федерация. Sim.Reliability1.0 «Программа исследования надежности систем методом структурных схем надежности» : № 2021616999 : заявл. 04.05.2021 : опубл. 24.05.2021 / С. М. Кривель, А. А. Лебедева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет».

Можжаев А. С. Аннотация программного средства «АРБИТР» (ПК АСМ СЗМА) // Научно-технический сборник «Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика ядерных реакторов». М.: РНЦ «Курчатовский институт». 2008. Выпуск 2. С. 105-116.

Острейковский В. А. Теория надежности. М.: Высш. шк. 2003. 463 с.

Расчет реальной надежности машин. Методики, программные средства, примеры / В. Б. Альгин, А. В. Вербицкий, Д. В. Мишута, С. В. Сиренко // Механика машин, механизмов и материалов. 2011. № 2(15) С. 11-17.

Савицкий Р. С. Автоматизация расчетов надежности структурных схем резервирования // Решетневские чтения. Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий им. ак. М.Ф. Решетнева. 2012. Том 2. №16. С. 638-639.

Сервис-ориентированный распределённый программный комплекс для оценивания и многокритериального анализа показателей надёжности и живучести бортовой аппаратуры малых космических аппаратов: российский и белорусский сегменты / В. А. Зеленцов, С. А. Потрясаев, Б. В. Соколов [и др.] // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2017. Т. 16, № 4. С. 118-129. DOI 10.18287/2541-7533-2017-16-4-118-129. EDN YLULUF.

Строгонов А. Обзор программных комплексов по расчету надежности сложных технических систем / А. Строгонов, В. Жаднов, С. Полесский // Компоненты и технологии. 2007. №5. С. 183-190.

Федухин А. В. Моделирование надежности систем средствами пакета программ RELIABmod / А.В. Федухин, В.П. Пасько // Математические машины и системы. Киев: Институт проблем математических машин и систем Национальной академии наук Украины. 2011. №1. Том 1. С. 176-182.

References

Algin V.B., Verbitsky A.V., Mishuta D.V., Sirenko S.V. (2011). Calculation of the real reliability of machines. Methods, software tools, examples. *Mechanics of machines, mechanisms and materials*. 2 (15): 11-17. (In Russian)

Anureev I.I., Tatarchenko A.E. (1967). Application of mathematical methods in military affairs. Moscow: Voenizdat. 1967. 242 p. (In Russian)

Belova V.V. (2013). Possibilities of using modern software systems for modeling the reliability of systems for solving problems of assessing the reliability of rocket and space technology products at the stage of electrical tests. *Cosmonautics and rocket science*. 1 (70): 118-122. (In Russian)

Fedukhin A.V., Pasko V.P. (2011). Modeling of system reliability by means of the RELIABmod software package. *Mathematical machines and systems*. Kyiv: Institute of Problems of Mathematical Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine. 1. Volume 1: 176-182. (In Russian)

- Gnedenko B.V., Belyaev V.K., Soloviev A.D. (1965). Mathematical methods in the theory of reliability. The main characteristics of reliability and their statistical analysis. Moscow: Nauka. 1965. 524 p. (In Russian)
- Gulyaev A. (2000). Visual modeling in MATLAB. St. Petersburg: Peter. 2000. 432 p. (In Russian)
- Kiryanchikov V.A., Moskvina L.K. (2017). Methodology and software tool for assessing the reliability of computer systems using structural reliability schemes. *Izvestiya SPbGTEU "LETI"*. 8: 29-37. (In Russian)
- Krivel S.M. (2018). Analysis of the structural scheme of reliability of technical systems using Simulink. *Bulletin of the Irkutsk State Technical University*. Vol. 22. 6(137): 85-97. DOI 10.21285/1814-3520-2018-6-85-97. (In Russian)
- Krivel S.M. (2019). Reliability assessment of technical systems and technical processes based on a structural reliability scheme using Simulink. *Dynamic systems, optimal control and mathematical modeling* : Proceedings of the International Symposium dedicated to the 100th anniversary of mathematical education in Eastern Siberia and the 80th anniversary of the birth of Professor O.V. Vasiliev, Irkutsk, October 07-12, 2019. Irkutsk: Irkutsk State University. 328-333. (In Russian)
- Krivel S.M., Lebedeva A.A. (2021). Certificate of state registration of the computer program No. 2021618135 Russian Federation. Sim.Reliability 1.0 "Program for the study of reliability of systems by the method of structural reliability schemes" : No. 2021616999 : application 04.05.2021 : publ. 24.05.2021; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Irkutsk state university". (In Russian)
- Mozhaev A.S. (2008). Abstract of the software "ARBITER" (PC ASM SZMA). *Scientific and technical collection "Issues of atomic science and technology. Series "Physics of nuclear reactors"*. Moscow: RSC "Kurchatov Institute". 2: 105-116. (In Russian)
- Ostreikovsky V.A. (2003). Theory of reliability. Moscow: Higher School. 2003. 463 p. (In Russian)
- Savitsky R.S. (2012). Automation of reliability calculations of structural redundancy schemes. *Reshetnev Readings*. Krasnoyarsk: Siberian State University of Science and Technology named after M.F. Reshetnev. Vol. 2. 16: 638-639. (In Russian)
- Strogonov A., Zhadnov V., Polessky S. (2007). Review of software complexes for calculating the reliability of complex technical systems. *Components and technologies*. 5: 183-190. (In Russian)
- Zelentsov V.A., Shaken S.A., Sokolov B.V., Skobtsov V.Yu., Korenyako S.A., Kim D.S., Vakulchik E.N., Kulbak L.I., Nikolaenya E.D., Lapitskaya N.V., Saksonov R.V. (2017). Service-oriented distributed software package for evaluation and multi-criteria analysis of reliability and survivability indicators of onboard equipment of small spacecraft: Russian and Belarusian segments. *Bulletin of Samara University. Aerospace engineering, technologies and mechanical engineering*. Vol. 16. 4: 118-129. (In Russian)

СИСТЕМЫ АВИАЦИОННОЙ РАДИОСВЯЗИ, РАДИОЛОКАЦИИ, РАДИОНАВИГАЦИИ И МЕТОДЫ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

УДК 621.396.96

DOI 10.51955/2312-1327_2023_1_77

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯЦИИ LORA В СРЕДСТВАХ РАДИОСВЯЗИ, НАВИГАЦИИ И НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

*Муслим Амирович Межетов,
orcid.org/0000-0002-9509-6169,
кандидат физико-математических наук
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, 3
Иркутск, 664047, Россия
milsumka@mail.ru*

*Борис Валентинович Лежанкин,
orcid.org/0000-0001-5504-0884,
кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, 3
Иркутск, 664047, Россия
lezhbor@mail.ru*

*Анна Ивановна Тихова,
orcid.org/0000-0003-1494-8954,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, 3
Иркутск, 664047, Россия
tikhova_a.i@mail.ru*

*Ульяна Сергеевна Вахрушева,
orcid.org/0000-0003-1854-4121,
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, 3
Иркутск, 664047, Россия
uvakhrusheva@mail.ru*

Аннотация. В работе рассмотрено применение технологии LoRa в системе передачи данных при решении задач определения местоположения воздушных судов по сети наземных станций многопозиционной системы наблюдения. Актуальность данной

проблемы заключается в том, что используемые способы передачи данных не удовлетворяют требованиям надёжности и скрытности передаваемой информации, следовательно, такие системы не защищены от несанкционированного доступа. Передаваемая информация представляет стратегическую важность при решении задач организации воздушного движения на территории РФ. Несанкционированный доступ может привести к перехвату и искажению координатной информации о местоположении воздушного судна. Такая ситуация возможна только в исключительном случае, который приведёт к снижению безопасности полётов и переходу предпосылок к лётным происшествиям в авиационные инциденты. Увеличить надёжность передаваемой информации возможно применением в системах передачи данных шумоподобных сигналов, которые обеспечивают лучшие показатели скрытности передаваемых сигналов и обладают повышенной помехозащищённостью. В настоящее время широкое распространение получила новая технология передачи данных LoRa. В основе этой технологии лежит применение линейной частотной модуляции, которая на протяжении нескольких десятилетий используется в радиолокационных системах. В работе представлен алгоритм функционирования системы передачи данных многопозиционной системы наблюдения, а также проведено его полунатурное моделирование с реализацией в виде виртуального устройства.

Ключевые слова: линейная частотная модуляция, многопозиционная система наблюдения, технология LoRa.

USE OF LORA MODULATION IN RADIO COMMUNICATION, NAVIGATION AND SURVEILLANCE AIDS FOR PERFORMING AIR TRAFFIC CONTROL TASKS

*Muslim A. Mezhetov,
orcid.org/0000-0002-9509-6169,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Moscow State Technical University of Civil Aviation
(Irkutsk Branch),
Kommunarov, 3
Irkutsk, 664047, Russia
milsumka@mail.ru*

*Boris V. Lezhankin,
orcid.org/0000-0001-5504-0884,
Candidate of Technical Sciences,
Moscow State Technical University of Civil Aviation
(Irkutsk Branch),
Kommunarov, 3
Irkutsk, 664047, Russia
lezhbor@mail.ru*

*Anna I. Tikhova,
orcid.org/0000-0003-1494-8954,
Moscow State Technical University of Civil Aviation
(Irkutsk Branch),
Kommunarov, 3
Irkutsk, 664047, Russia
tikhova_a.i@mail.ru*

*Ulyana S. Vakhrusheva,
orcid.org/0000-0003-1854-4121,
Moscow State Technical University of Civil Aviation
(Irkutsk Branch),
Kommunarov, 3
Irkutsk, 664047, Russia
uvakhrusheva@mail.ru*

Abstract. The paper considers the use of LoRa technology in the data transfer system for performing aircraft position-fixing by means of the network of multilateration ground stations. The urgency of the problem is that the methods used for transferring data do not meet the requirements for safety and security of the transmitted information so such systems are not protected against unauthorized access. The information transmitted is strategically important for performing air traffic management tasks on the territory of the Russian Federation. Unauthorized access can result in intercepting and spoofing the coordinate information of aircraft location. This is possible only in exceptional circumstances which lead to reduction in flight safety and transition of flight incidents to flight accidents. The security of transmitted information can be improved by applying noise-like signals which ensure better security indexes of transmitted signals and possess higher jamming resistance. A new LoRa technology of transferring data is widespread nowadays. The technology is based on the linear frequency modulation which has been used in radar systems for several decades. The paper presents the algorithm of operating the multilateration data transfer system and its hardware-in-the-loop simulation implemented as a virtual device.

Key words: Linear frequency modulation, multilateration surveillance system, LoRa technology.

Введение

В соответствии со стратегией развития организации воздушного движения (ОрВД) в Российской Федерации, направленной на повышение безопасности, регулярности и эффективности полётов ВС, приоритетным направлением является разработка комплекса системных решений, основанных на использовании проектно-технических методов по созданию системы новых информационно-навигационных сервисов с использованием базы многопозиционных систем (МПИС) и многофункциональных (мультисервисных) технологий. В связи с этим разработан план действий и функций, включающий мероприятия по реализации общепринятой «Концепции внедрения автоматического зависимого наблюдения», основанной на использовании единого стандарта. Результатом реализации плана является многопозиционная система наблюдения в РФ, содержащая комплекс документарной базы, на основе которого подготовлены основные выводы для внесения изменений в программные документы ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» [Кирюшкин и др., 2019; Тележкин и др., 2012].

Для устойчивого и непрерывного функционирования системы информационно-навигационных сервисов (ИНС), линии связи должны обладать требуемой пропускной способностью, высоким уровнем информационной безопасности и защиты. Это достигается путём применения современных систем и средств передачи данных, использующих эффективные методы криптостойкого и помехоустойчивого кодирования.

Анализ применения систем передачи данных при реализации функции наблюдения

В многопозиционной системе наблюдения (МПСН) применяется способ определения координат по времени задержки принятого сигнала, получаемого от одного источника излучения сетью приёмных станций, находящихся на различных расстояниях от него. Важным параметром, который измеряют станции, является интервал времени прохождения сигнала от воздушного судна (ВС) (источника излучения) до наземной станции (приёмника), входящей в состав сети многопозиционной системы наблюдения (МПСН). В системе МПСН точность определения координат определяется количеством приёмных станций, участвующих в расчёте координатной информации, а также геометрией их размещения. Чем больше таких приёмников, тем выше точность определения местоположения воздушного судна на всей траектории его полёта. Большое число одновременно работающих приёмных станций в системе МПСН предъявляет особые требования к каналу передачи данных, который должен обеспечивать надёжность и достоверность передаваемой информации. Наземные каналы передачи информации, при относительной простоте реализации, имеют существенные недостатки, заключающиеся в подверженности кабельных и волоконно-оптических сетей механическим повреждениям, а также в высокой вероятности несанкционированного доступа.

Этих недостатков лишены каналы, использующие беспроводные линии передачи данных. Для реализации такого канала необходимо наличие специализированного оборудования и алгоритмического обеспечения, реализующего его функционирование. В настоящее время такое оборудование и соответствующее программное обеспечение находятся в свободном использовании эксплуатантов средств наблюдения. Поэтому применение простых алгоритмов шифрования и модуляции не решает проблем несанкционированного доступа к информации о местоположении воздушного судна. Дополнительным условием для успешного решения задачи эффективной передачи данных является подавление помех, действующих в канале связи.

Радиоканал характеризуется наличием помех, действующих в линии передачи, в оборудовании приёма и обработки сообщений. Помехи, имеющие искусственное или естественное происхождение, снижают качество принимаемой информации, что усложняет решение задачи предоставления координатной информации в сети МПСН с требуемой точностью.

Решить проблему помехоустойчивости и обеспечить защиту передаваемой информации возможно, применяя шумоподобные сигналы на основе использования тех видов модуляции, которые способны обеспечить заданную скрытность каналов системы передачи данных. Шумоподобные сигналы (ШПС) обладают следующими преимуществами:

- их использование позволяет реализовать наиболее эффективные оптимальные методы обработки сигналов;

- достигается гораздо лучшая помехоустойчивость в канале связи;
- устраняется эффект многолучевости и повышается энергоэффективность при приёме сигналов за счёт разделения лучей и независимой обработки информации по каждому лучу;
- возможность совместного использования одного частотного канала одновременно несколькими абонентами за счёт кодового разделения сигналов;
- высокая эффективность при решении задач по организации скрытности и замаскированности информационного сигнала в канале передачи данных;
- возможность совместной работы с узкополосными системами в условиях взаимного влияния, что обеспечивает хорошую электромагнитную совместимость (ЭМС);
- эффективность распределения частотных ресурсов в спектре в заданной зоне действия системы.

Проведённый анализ показал, что в настоящее время наиболее распространёнными ШПС, используемыми при организации каналов передачи данных являются:

1) Последовательности (коды) Баркера. Последовательность Баркера – это ряд, состоящий из N элементов a_j , равных «+1» или «-1», для $j=0,1,\dots,N-1$ чередующихся так, что выполняется условие:

$$\left| \sum_{j=0}^{N-v} a_j a_{j+v} \right| \leq 1$$

для всех $1 \leq v < N$.

Последовательности Баркера (рис. 1) являются последовательностями с минимальным уровнем боковых лепестков автокорреляционной функции, который равен $1/N$, примеры последовательностей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Последовательности Баркера

Длина	Последовательности
2	+1-1 +1+1
3	+1+1-1
4	+1-1+1+1 +1-1-1-1
5	+1+1+1-1+1
7	+1+1+1-1-1+1-1
11	+1+1+1-1-1-1+1-1+1-1
13	+1+1+1+1+1-1-1+1+1-1+1-1

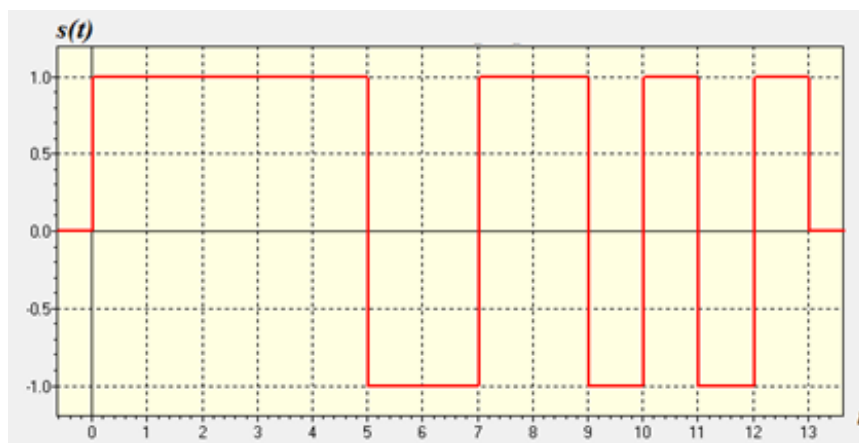


Рисунок 1 – Сигнал, соответствующий коду Баркера длиной 13 символов

Представленный сигнал может применяться в качестве модулирующей функции при формировании высокочастотного колебания, для передачи по каналу связи с использованием фазовой манипуляции (ФМн), фаза которого принимает два значения: 0 или π ; в соответствии с кодом Баркера (рис. 2).

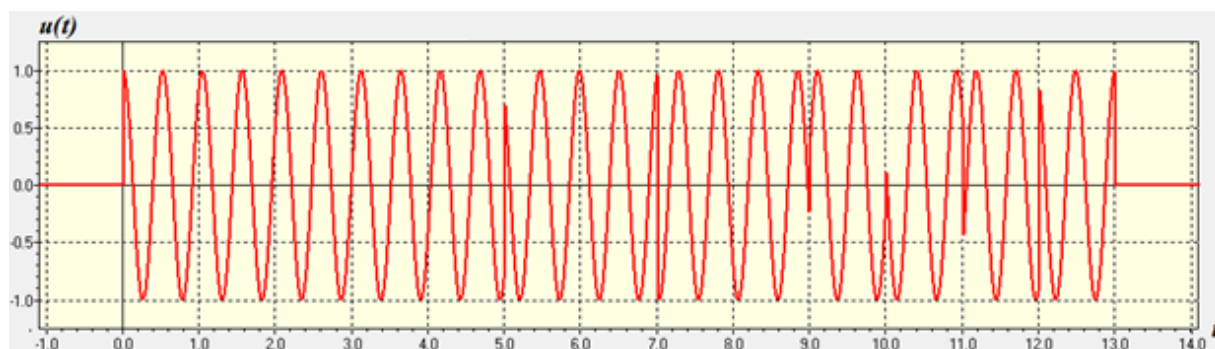


Рисунок 2 – Фазоманипулированный сигнал на основе кода Баркера при $N=13$

Главным преимуществом использования кодов Баркера является то, что величина максимального бокового выброса их автокорреляционной функции (АКФ) не превышает $1/N$, где N – длина кодовой последовательности (рис. 3).

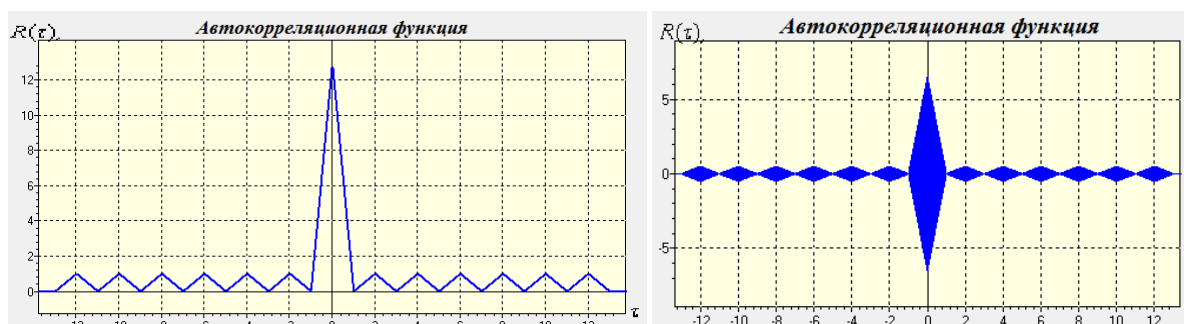


Рисунок 3 – АКФ сигнала Баркера для $N=13$

Существенным недостатком является то, что известных последовательностей Баркера всего 8, максимальная длина последовательности достигает 13-ти разрядов, поэтому поиск кодовых последовательностей длины $N > 13$, у которых величина максимального бокового выброса АКФ не превышала бы $1/N$, представляет актуальную задачу [Сенявин, 2017].

2) М-последовательность. Двоичная последовательность символов d_i , принимающих значения +1 или -1. Алгоритм формирования двоичной псевдослучайной последовательности определяется следующим рекуррентным соотношением:

$$d_i = -d_{i-n} \cdot d_{i-m} \dots d_{i-1},$$

где $n > m > \dots > 1$, $i = (n+1) \div N$.

Выбрав в качестве первых n элементов последовательности любые наборы положительных и отрицательных единиц (кроме набора, содержащего одни отрицательные единицы), можно, при определенном значении k , получить последовательность максимальной длины (М-последовательность). Каждый период М-последовательности (рис. 4) содержит $N_{max} = 2^n - 1$ элементов d_i , т.е. содержит все возможные комбинации из n двоичных символов, кроме комбинации, содержащей одни отрицательные единицы. Вследствие этого число положительных единиц в последовательности на единицу больше числа отрицательных [Сенин, 2014], т.е.

$$\sum_{i=1}^N d_i = 1 \quad (1)$$

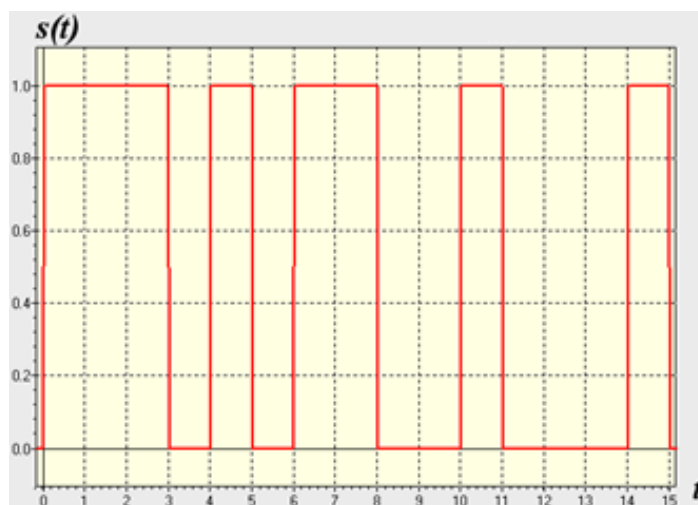


Рисунок 4 – Кодированная М-последовательность для $N=15$

На рисунке 5 изображен ФМн сигнал на основе М-последовательности для $N=15$.

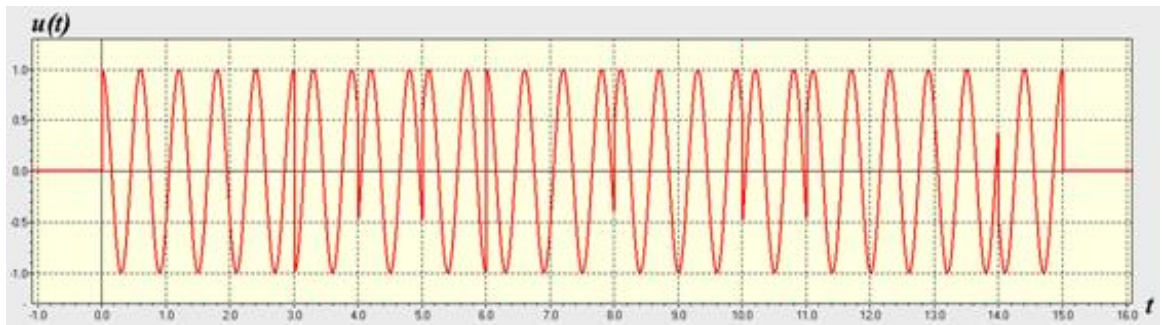


Рисунок 5 – ФМн сигнал на основе М-последовательности для N=15

Данный вид шумоподобного сигнала обладает большими преимуществами. Боковые пики аperiodической АКФ сигналов, образованных М-последовательностью, равны $1/\sqrt{N}$, что говорит о его высокой помехозащищенности (рис. 6). Для уменьшения пиков боковых лепестков необходимо увеличивать длину последовательности, что приводит к росту помехозащищенности. Недостатком этого ШПС является повышение в несколько раз объема данных, необходимых для передачи сообщения, а также наличие большого корреляционного шума.

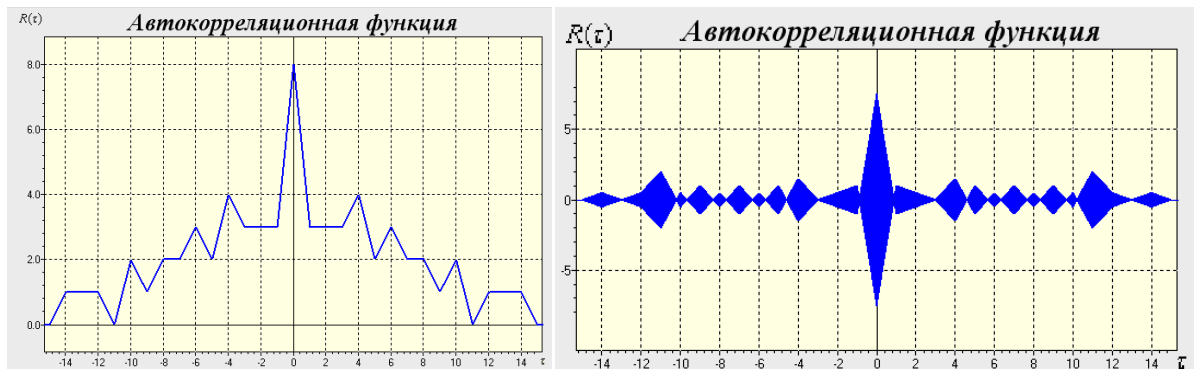


Рисунок 6 – Аperiodическая АКФ М-последовательности

3) Сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ). ЛЧМ сигнал – это сигнал с частотной модуляцией, при которой частота несущей изменяется по линейному закону (рис. 7), где f_0 – несущая частота, Δf – девиация частоты, $\tau_{\text{н}}$ – длительность сигнала.

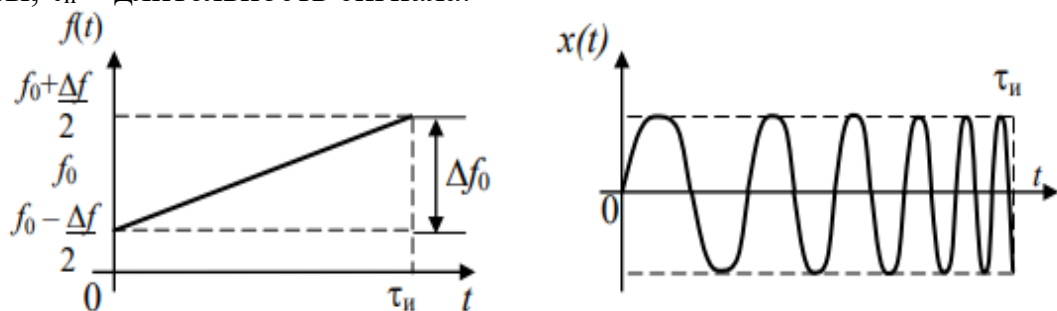


Рисунок 7 – Линейная частотная модуляция

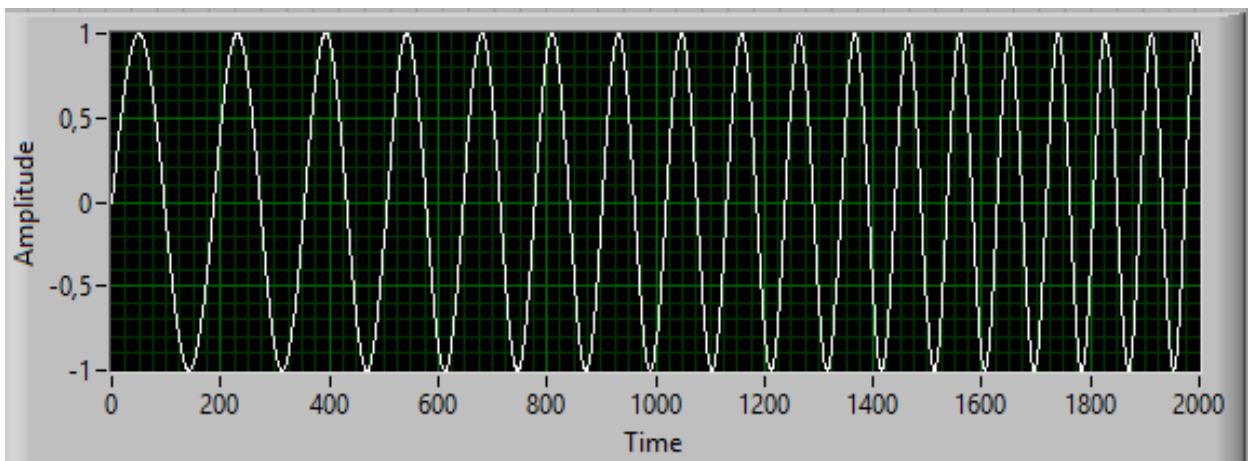
ЛЧМ сигналы, ввиду своей природы формирования, имеют ряд преимуществ перед остальными шумоподобными (сложными) сигналами, заключающимися в следующем:

- возможность формирования сигнала с большим диапазоном изменения параметра модуляции: девиация частоты составляет 1 ГГц и более;
- высокая скорость изменения параметра модуляции, соответствующая скорости частотной перестройки;
- простота смены закона изменения параметра модуляции сигнала;
- возможность обнаружения и исправления искажений, возникающих в процессе распространения в канале передачи данных [Саджид и др., 2022].

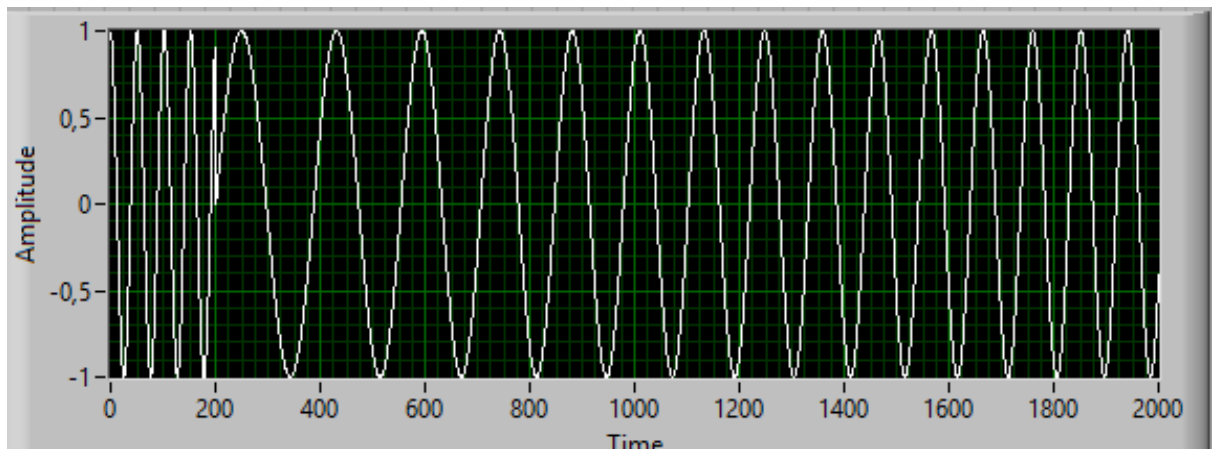
Метод повышения помехоустойчивости и достоверности передачи данных для решения задач управления воздушным движением

В радиолокационных системах (системах наблюдения), на протяжении уже нескольких десятков лет, активно используется режим работы в дальней зоне обнаружения с применением ЛЧМ сигналов (рис. 8.а). Использование данного режима обусловлено устранением противоречия между импульсной мощностью (дальностью действия) средства наблюдения и разрешающей способностью (точностью измерения параметров сигнала) путём расширения спектра излучаемого сигнала [Марычев и др., 2012]. В системах передачи данных ЛЧМ сигналы используются относительно недавно: в настоящее время в таких системах применяется технология LoRa (рис. 8.б) [Антонова и др., 2017; Межетов и др., 2021]. LoRa – это технология и одноимённый метод модуляции. Метод модуляции LoRa запатентован компанией Semtech, основан на технике расширения спектра, при которой данные кодируются изменением частоты внутри импульса. При этом частота может увеличиваться или уменьшаться на некотором временном интервале [Верхулевский, 2016; Каримова и др., 2019].

Структура пакета данных стандарта LoRa представлена на рисунке 9. Информационный пакет состоит из синхропреамбулы и последовательности данных. Синхропреамбула предназначена для синхронизации по частоте приёмной аппаратуры с передаваемым сообщением. Процесс синхронизации заключается в подстройке частоты генератора опорного ЛЧМ сигнала приёмника, что необходимо для последующей демодуляции информационной последовательности данных, следующих за синхропреамбулой.



а)



б)

Рисунок 8 – Вид сигнала: а) – опорный сигнал ЛЧМ;

б) – информационный сигнал

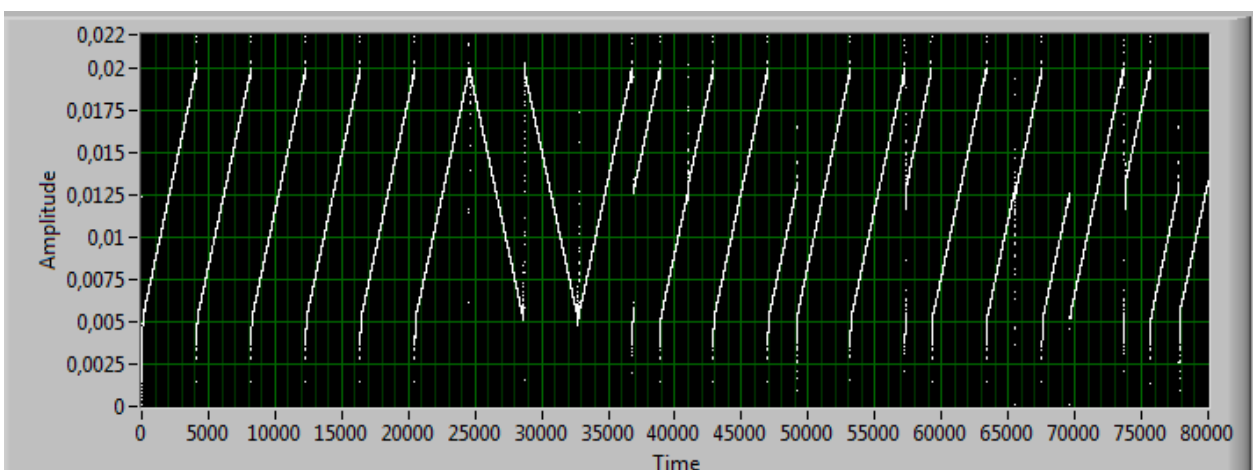


Рисунок 9 – Структура информационного пакета данных стандарта LoRa: синхропреамбула (до 2500 отсчёта), информационная часть сигнала с 2500 отсчёта

Процесс (алгоритм) выделения синхропреамбулы заключается в построении согласованного фильтра, импульсная характеристика которого комплексно сопряжена с законом изменения модулирующей функции (вверх, вниз), и представляет собой зеркальное отображение сигнала во временной области:

$$h(t) = A_1 * \cos\left(\omega_H * (T_{sym} - t) - \frac{\mu}{2} * (T_{sym} - t)^2\right), 0 \leq t < T_{sym}, \quad (2)$$

где A_1 – амплитуда; ω_H – нижняя частота радиосигнала; T_{sym} – длительность радиосигнала; μ – коэффициент крутизны модулирующей функции, определяющий скорость изменения частоты радиосигнала.

Метод кодирования символьной информации в последовательности данных заключается в реализации в ШПС частотного смещения $e^{j*\Delta\omega*k*t}$ относительно опорного колебания $e^{j*(\omega_H*t+\mu*t^2)}$, где $k=0,1,2,\dots,2^{SF}$ – значения информационных символов, размерностью SF бит:

$$x(t) = \begin{cases} A_0 * \cos\left(\omega_H * t + \Delta\omega * k * t + \frac{\mu}{2} * t^2\right), 0 \leq t < T_0 \\ A_0 * \cos\left(\omega_H * t + \Delta\omega * k * t - BW * t + \frac{\mu}{2} * t^2\right), T_0 \leq t < T_{sym} \end{cases}, \quad (3)$$

где BW – ширина спектра радиосигнала, SF – коэффициент расширения спектра, $\Delta\omega$ – частотное смещение.

Возможное алгоритмическое представление системы обработки, сформированной для канала передачи данных технологии LoRa, представлено в виде блок-схемы на рисунке 10.



Рисунок 10 – Возможная блок-схема алгоритма обработки сигнала LoRa

Здесь:

$c(t) = A_1 * \cos\left(\omega_H * t + \frac{\mu}{2} * t^2\right), 0 \leq t < T_{sym}$ – опорное колебание,

$n(t), 0 \leq t < T_{sym}$ – действующий в канале передачи данных белый гауссовский шум.

Принятый в канале передачи данных сигнал представляет собой перемножение сдвинутой копии с опорным колебанием:

$$y(t) = x(t) * c(t) = \frac{A_0 * A_1}{2} *$$

$$* \begin{cases} \cos(\Delta\omega * k * t) + \cos(2 * \omega_H * t + \Delta\omega * k * t + \mu * t^2), 0 \leq t < T_0 \\ \cos(BW - \Delta\omega * k * t) + \cos(2 * \omega_H * t + \Delta\omega * k * t - BW * t + \mu * t^2), T_0 \leq t < T_{sym} \end{cases} \quad (4)$$

Ограничившись в выражении первыми членами, получим:

$$y(t) = \frac{A_0 * A_1}{2} * \begin{cases} \cos(\Delta\omega * k * t), 0 \leq t < T_0 \\ \cos([BW - \Delta\omega * k] * t), T_0 \leq t < T_{sym} \end{cases} \quad (5)$$

На выходе блока FFT+, реализующего функцию переноса сигнала в частотную область посредством преобразования Фурье, формируется спектр:

$$\begin{aligned} Y(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} y(t) * e^{-i\omega t} dt = & \frac{A_0 * A_1}{4} * e^{-j(\omega - \Delta\omega k) \frac{T_0}{2}} * T_0 * \frac{\sin[(\omega - \Delta\omega k) * \frac{T_0}{2}]}{(\omega - \Delta\omega k) * \frac{T_0}{2}} + \\ & \frac{A_0 * A_1}{4} * e^{-j(\omega - (BW - \Delta\omega k)) \frac{T_0 + T_{sym}}{2}} * (T_{sym} - T_0) * \frac{\sin[(\omega - (BW - \Delta\omega k)) * (T_{sym} - T_0) / 2]}{(\omega - (BW - \Delta\omega k)) * (T_{sym} - T_0) / 2} + \\ & \frac{A_0 * A_1}{4} * e^{-j(\omega + \Delta\omega k) \frac{T_0}{2}} * T_0 * \frac{\sin[(\omega + \Delta\omega k) * \frac{T_0}{2}]}{(\omega + \Delta\omega k) * \frac{T_0}{2}} + \frac{A_0 * A_1}{4} * e^{-j(\omega + (BW - \Delta\omega k)) \frac{T_0 + T_{sym}}{2}} * \\ & (T_{sym} - T_0) * \frac{\sin[(\omega + (BW - \Delta\omega k)) * (T_{sym} - T_0) / 2]}{(\omega + (BW - \Delta\omega k)) * (T_{sym} - T_0) / 2}. \end{aligned} \quad (6)$$

Крайние слагаемые в выражении не оказывают существенного влияния в области отрицательных частот и оказывают незначительное воздействие в области положительных, поэтому ими можно пренебречь:

$$Y^+(\omega) = Y_1(\omega) + Y_2(\omega), \text{ где}$$

$$Y_1(\omega) = \frac{A_0 * A_1}{4} * e^{-j(\omega - \Delta\omega k) \frac{T_0}{2}} * T_0 * \frac{\sin[(\omega - \Delta\omega k) * \frac{T_0}{2}]}{(\omega - \Delta\omega k) * \frac{T_0}{2}} +$$

$$Y_2(\omega) =$$

$$= \frac{A_0 * A_1}{4} * e^{-j(\omega - (BW - \Delta\omega k)) \frac{T_0 + T_{sym}}{2}} * (T_{sym} - T_0) * \frac{\sin[(\omega - (BW - \Delta\omega k)) * (T_{sym} - T_0) / 2]}{(\omega - (BW - \Delta\omega k)) * (T_{sym} - T_0) / 2}. \quad (7)$$

Для устранения взаимного влияния соседних слагаемых $Y^+(\omega)$ при разных значениях k необходимо выполнить условие $\Delta\omega < \frac{BW}{2 * k}$.

Следовательно,

$$\Delta\omega = \frac{BW}{2^{SF+1}}, \quad (8)$$

$$T_0 = \frac{(2^{SF+1}-k)}{2^{SF+1}} * T_{sym}. \quad (9)$$

На следующем этапе вычисляется функция принятия решения $Z(\omega)$, представляющая собой сумму модулей функции $Y_1(\omega)$ и функции $Y_2(\omega)$, зеркально отраженной относительно точки $\omega = BW$:

$$Z(\omega) = Y_1(\omega) + Y_2(BW - \omega) \approx Y^+(\omega) + Y^+(BW - \omega), \quad (10)$$

где $\omega = 0 \dots \frac{BW}{2}$; $k=0,1,2,\dots,2^{SF}$ – информационный символ, размерностью SF бит [Ватрич и др., 2021].

Определение значения передаваемого в канале символа осуществляется путем нахождения частоты ω , соответствующее максимуму функции $Z(\omega)$:

$$\tilde{Z}(\omega = \omega_{max}) = MAX[\tilde{Z}(\omega)], \quad (11)$$

$$k = \frac{\omega_{max}}{\Delta\omega}. \quad (12)$$

Представленная технология LoRa – реализуется посредством организации радиоканала и не требует проводных линий, таких как кабельные и оптоволоконные, отличающиеся высокой пропускной способностью, однако подверженные несанкционированному вмешательству с целью осуществления возможности перехвата и искажения данных, представляющих в системах МПСН стратегическую информацию, связанную с обеспечением требуемой безопасности полетов гражданской и государственной авиации. Организация узконаправленных радиолиний, а также применение пространственной и временной обработки данных позволяет существенно повысить скрытность передаваемой информации.

Производитель сертифицированной широкополосной МПСН «Мера» реализует передачу данных между составными частями с использованием:

- сети передачи данных по стандарту Ethernet (используется протокол ТСР/ІР);
- оптических линий связи.

Однако, когда речь идет об организации систем МПСН в труднодоступных районах Российской Федерации, организация стационарных, проводных каналов существенно затруднена, единственным эффективным решением является построение радиоканалов с

перспективными технологиями обмена данными, которой является технология LoRa.

Основными техническими характеристиками технологии LoRa при организации высокоэффективных каналов обмена данными между составными частями МПСН являются:

- частотный диапазон, определенный для Российской Федерации 864-869 МГц;
- ширина спектра радиосигнала порядка 125 кГц;
- мощность передачи 1-25 мВт;
- максимальная дальность действия определяется прямой видимостью между передатчиком и приемником;
- максимальная скорость передачи данных между составными частями МПСН составляет 50000 бит/с.

Представленные характеристики радиоканала с применением технологии LoRa позволяют в полном объеме обеспечить потребность как аэродромной, так и широкозонной МПСН, с возможностью применения многоцелевого структурированного обмена информацией наблюдения Евроконтроля по протоколу ASTERIX cat.21 с привязкой к системе единого времени сообщений.

Результаты и обсуждение

На основе представленного алгоритма реализации метода модуляции LoRa, для повышения помехоустойчивости и скрытности линии передачи данных в МПСН, разработана модель функционирования системы с применением графической среды программирования «NI LabVIEW». Особенностью использования данного программного продукта является наличие обширной базы реализованных радиотехнических устройств и возможность визуализации процесса обработки сигналов в реальном масштабе времени [Ерохин, 2016; Ерохин и др., 2021; Скрыпник и др., 2020; Туринцев и др., 2022]. Внешний вид лицевой панели разработанной модели представлен на рисунке 11.

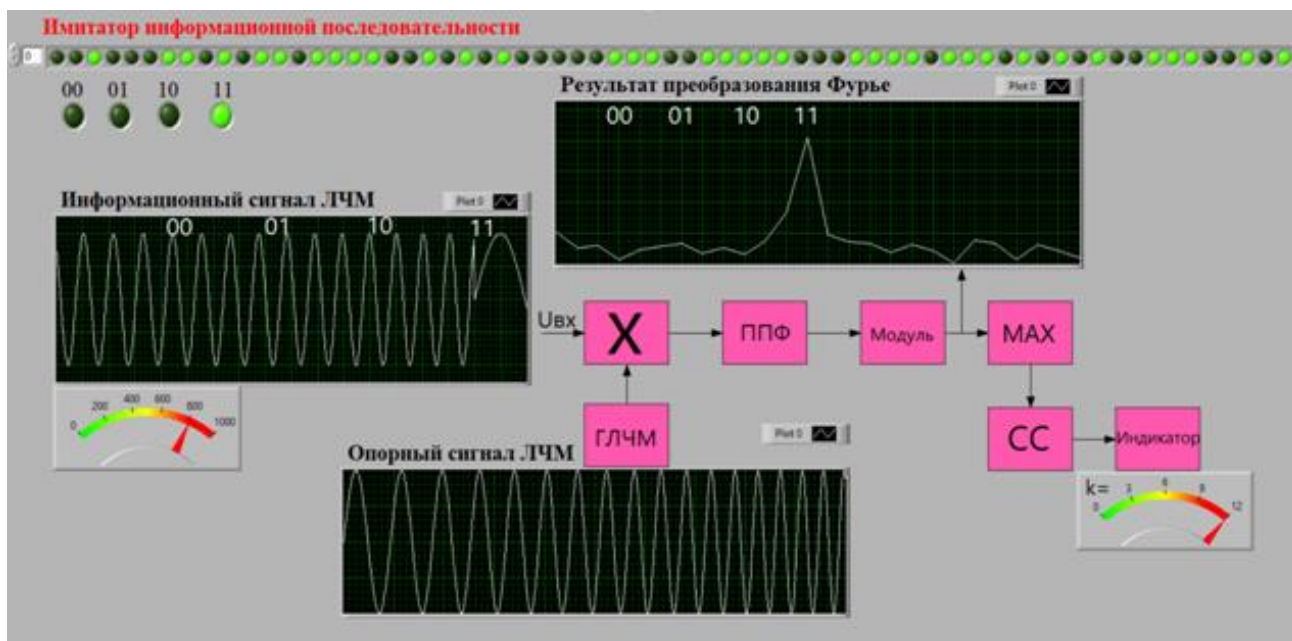
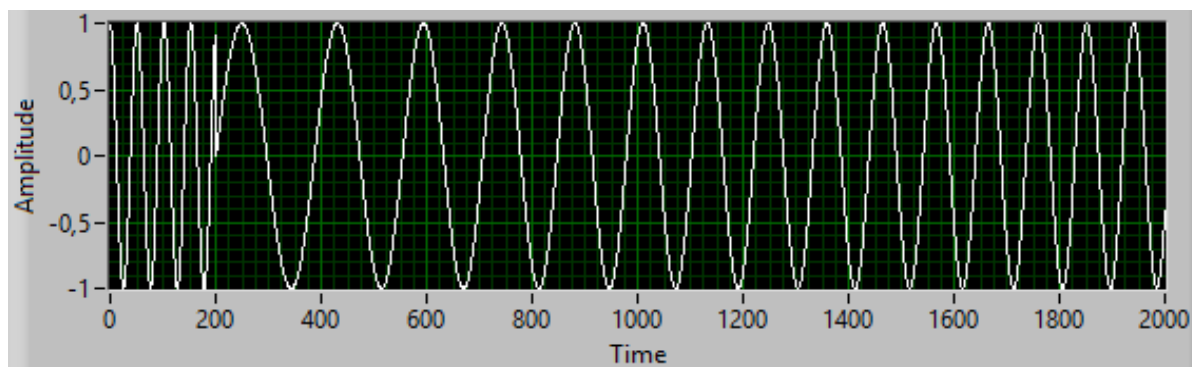


Рисунок 11 – Лицевая панель модели обработки сигнала LoRa

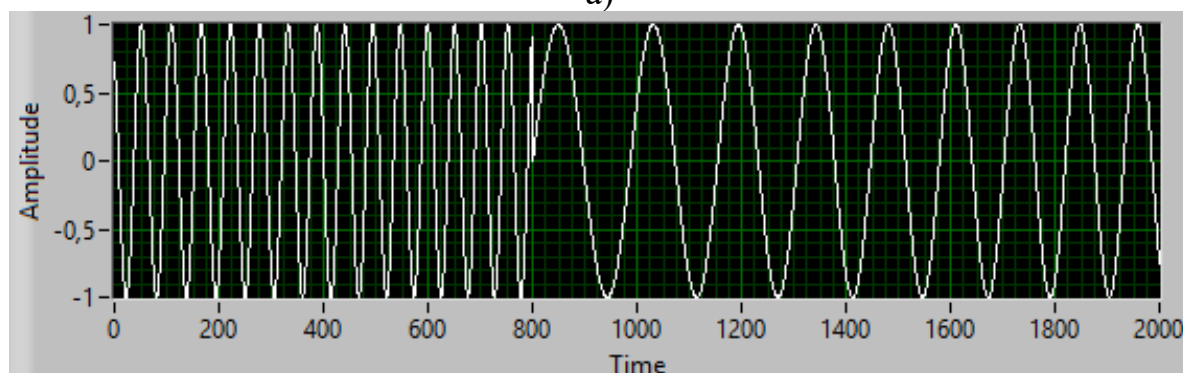
На лицевой панели (рис. 11) изображена структурная схема системы обработки сигнала LoRa, где:

- ГЛЧМ – генератор ЛЧМ сигнала;
- перемножитель;
- ППФ – блок прямого преобразования Фурье;
- блок вычисления модуля;
- MAX – блок определения максимального значения сигнала и его положения на оси частот;
- СС – схема сравнения;
- индикатор.

В верхней части лицевой панели модели расположен массив логических значений, который формируется имитатором информационной последовательности. Сгенерированная случайная последовательность разбивается на дибиты, которые в процессе работы выводятся на лицевую панель в виде значений «00», «01», «10», «11». В зависимости от того, как и в каком порядке появляются значения дибит, меняется коэффициент, определяющий количество тактов сдвига содержимого регистра. Таким способом производится кодирование информационной последовательности. Графики информационного сигнала для кодов «00» и «11» представлены на рисунке 12 и лицевой панели модели. Для символа «00» коэффициент, определяющий количество тактов сдвига содержимого регистра, равен 200, а для символа «11» – 800. На лицевой панели модели индикатор значения коэффициента расположен чуть ниже графика информационного сигнала. Его значение составляет 800 единиц, что соответствует передаваемому символу «11», что подтверждается подсвечиванием светодиодного индикатора «11».



а)

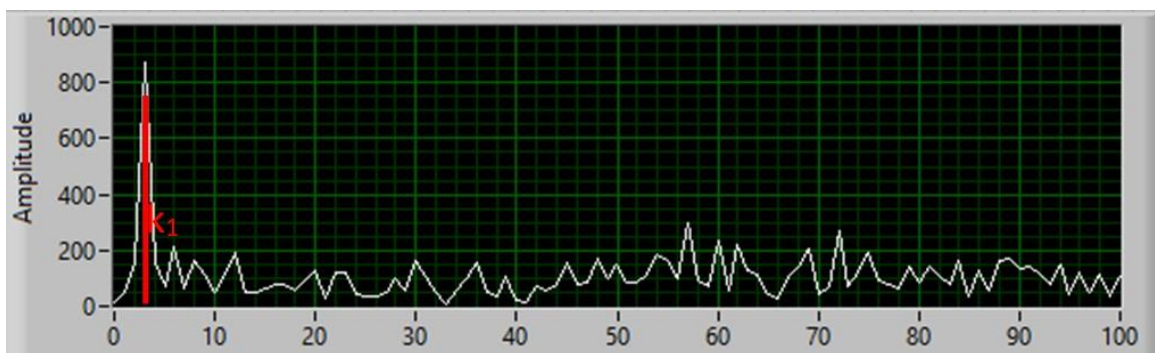


б)

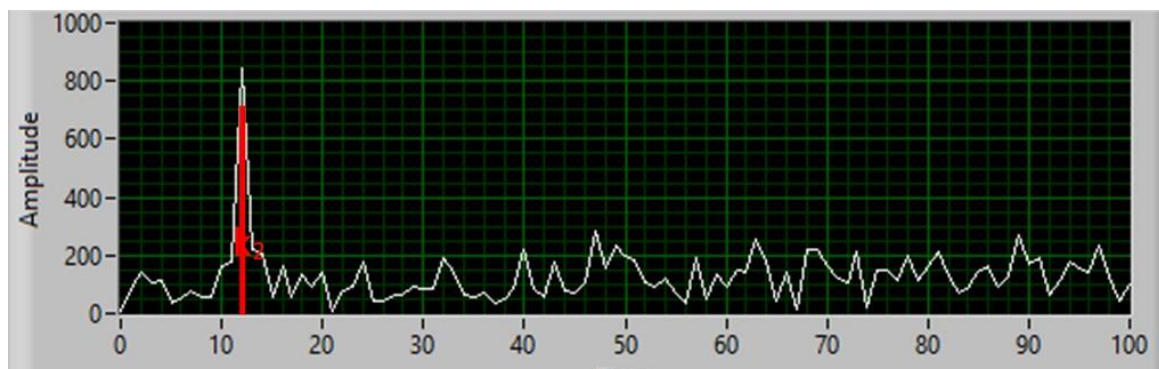
Рисунок 12 – Информационный сигнал ЛЧМ: а) – для кода «00»;
б) – для кода «11»

Способ приёма дибита «11», в виде упрощенной структурной схемы, представлен на лицевой панели модели. Входной информационный сигнал поступает на первый вход перемножителя, на второй вход которого подаётся опорное колебание с ГЛЧМ. Выходное напряжение перемножителя подается на блок прямого преобразования Фурье, модуль которого представляет собой пик спектральной функции. Расположение этого пика на горизонтальной оси и определяет соответствующий дибит. Блок MAX определяет максимальное значение пика сигнала и его положение на частотной оси. СС содержит в себе возможные значения положений пика сигнала. Следовательно, если есть совпадение положения принятого пика с эталонными значениями, то принимается решение о формировании соответствующего дибита. Стрелочный индикатор на приёмной стороне показывает значения местоположения пиков сигнала на горизонтальной оси, которые соответствуют принятым дибитам. Значение индикатора, равное 12, соответствует принятому дибиту «11».

Ключевой особенностью радиointерфейса LoRa является его высокая помехоустойчивость [Попов и др., 2006]. На рисунке 13 представлена эффективность функционирования канала передачи данных на основе технологии LoRa в виде пиков спектральных функций, положение максимумов которых соответствует конкретному значению дибита в условиях воздействия помехи в виде аддитивного белого гауссовского шума.



а)



б)

Рисунок 13 – Пики спектральных функций: а) – для дибита «00»;
б) – для дибита «11»)

Заключение

Таким образом, применение технологии LoRa позволит значительно увеличить надёжность, скрытность и достоверность передаваемой информации в системе МПСН за счёт применения шумоподобного сигнала на базе ЛЧМ. Это позволит предотвратить несанкционированный доступ к координатной информации воздушного судна, что приведёт к повышению безопасности полётов.

В работе был представлен анализ существующих видов ШПС и возможность их применения в канале передачи данных МПСН, а также реализован алгоритм обработки сигнала технологии LoRa в виде модели, позволяющей визуализировать процессы приёма и демодуляции сигнала LoRa для исследования эффективности передачи данных в различных условиях, а также вести подготовку высококвалифицированных инженерных кадров для решения задач гражданской авиации.

Библиографический список

Антонова В. М. Преимущества применения технологии Lora / В. М. Антонова, Н. Е. Богомолова, Д. А. Руссак // Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты: Сборник статей студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей / Под общей редакцией Т. М. Сигитова. Выпуск 19. Пермь: ИП Сигитов Т.М., 2017. С. 7-9. EDN ZGOWTN.

- Ватрич А. Д. Радиопередающий модуль системы связи на основе технологии LoRa / А. Д. Ватрич, Г. О. Оплемах, В. М. Иськив // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. 2021. № 4. С. 76-81. EDN NEZBLI.
- Верхулевский К. Технология LoRa в вопросах и ответах / К. Верхулевский // Беспроводные технологии. 2016. № 1(42). С. 18-21. EDN VOMQGP.
- Ерохин В. В. Автоматизированный программно-аппаратный комплекс в среде LabVIEW для исследования эффективности подавления ПЭМИН / В. В. Ерохин, Е. В. Зайнулин // Вестник научных конференций. 2021. № 5-2(69). С. 23-24. EDN SPKRAV.
- Ерохин В. В. Экспериментальная установка для исследования приёмников спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS на основе программно-аппаратного комплекса national instruments // Гражданская авиация на современном этапе развития науки, техники и общества: Сборник тезисов докладов участников Международной научно-технической конференции, посвященной 45-летию Университета, Москва, 18–20 мая 2016 года. М.: Академия имени Н.Е. Жуковского, 2016. С. 188-189. EDN ХВАОХХ.
- Исследование возможности применения технологии LoRa при проектировании систем позиционирования / К. Р. Каримова, Ю. М. Киреева, И. Р. Юмадилова, Г. И. Маснабиева // Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений (ITIDS'2019): Труды VII Всероссийской научной конференции (с приглашением зарубежных ученых): в 3 томах, Уфа, 28–30 мая 2019 года. Том 2. Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет, 2019. С. 75-82. EDN ZGJIQS.
- Кирюшкин В. В. Определение координат воздушного судна в полуактивной системе мультилатерации с синхронизацией приёмных позиций по запросному сигналу / В. В. Кирюшкин, Н. С. Волков, А. М. Медведев // Радиолокация, навигация, связь: Сборник трудов XXV Международной научно-технической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения А.С. Попова. В 6-ти томах, Воронеж, 16–18 апреля 2019 года. Том 4. Воронеж: Воронежский государственный университет, 2019. С. 46-54. EDN UZJGLF.
- Марычев Д. С. Оценка параметров ЛЧМ сигналов методом цифровой адаптивной фильтрации / Д. С. Марычев, О. А. Морозов, С. Л. Хмелев // Журнал радиоэлектроники. 2012. № 3. С. 2-14. EDN OXWBSL.
- Попов В. Тенденции развития систем передачи данных при использовании БЛА / В. Попов, Д. Федутдинов // Зарубежное военное обозрение. 2006. №4. С. 47-52.
- Саджид А. Ю. О помехозащищенности широкополосных шумоподобных ЛЧМ ФМ и ПС ЛЧМ сигналов / А. Ю. Саджид, А. Н. Устинов // Научные исследования молодых учёных: сборник статей XVI Международной научно-практической конференции, Пенза, 17 января 2022 года. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. С. 74-82. EDN CUVJMD.
- Применение технологии LoRa в беспилотных авиационных системах / М. А. Межетов, А. И. Тихова, У. С. Вахрушева, А. В. Федоров // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: сборник трудов X Международной научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 октября 2021 года. Том 2. Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2021. С. 180-185. EDN UZUCLT.
- Сенин А. И. Корреляционные свойства последовательностей, построенных на основе М-последовательностей и последовательностей Уолша // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Приборостроение. 2014. № 5(98). С. 88-97. EDN SVZLSV.
- Сенявин М. М. Обобщения кодов Баркера / М. М. Сенявин // Актуальные проблемы и перспективы развития радиотехнических и инфокоммуникационных систем: сборник научных трудов III Международной научно-практической конференции, г. Москва, Россия, 13–17 ноября 2017 года / Московский технологический университет (МИРЭА).

Часть 1. Москва: Московский технологический университет (МИРЭА), 2017. С. 134-136. EDN YNRJTB.

Скрыпник О. Н. Оптимизация траектории мобильного псевдоспутника для повышения точности интегрированного навигационно-временного поля ГЛОНАСС / О. Н. Скрыпник, Р. О. Арефьев // Современные наукоёмкие технологии. 2020. № 2. С. 51-58. DOI 10.17513/snt.37914. EDN KZCVNA.

Тележкин В. Ф. Исследование статистических характеристик ошибки определения местоположения для различных алгоритмов в системах мультилатерации / В. Ф. Тележкин, Р. Б. Рюмин // DSPA: Вопросы применения цифровой обработки сигналов. 2012. Т. 2. № 2. С. 251-252. EDN ZHJIBT.

Туринцев С. В. Программная реализация алгоритма кодирования и декодирования местоположения ВС в дискретно-адресном режиме вторичной радиолокации / С. В. Туринцев, М. С. Туринцева // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации: Сборник трудов XI Международной научно-практической конференции посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро «Туполев», 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Том 2. Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2022. С. 115-121. EDN YGUUUY.

References

Antonova V. M., Bogomolova N. E., Rusak D. A. (2017). Advantages of using LoRa technology. *Razvitiye sovremennoj nauki: teoreticheskie i prikladnye aspekty: Sbornik statej studentov, magistrantov, aspirantov, molodyh uchenyh i prepodavatelej*. 19: 7-9. EDN ZGOWTN. [in Russian]

Erokhin V. V. (2016) Experimental installation for the study of GLONASS/GPS satellite navigation receivers based on the national instruments software and hardware complex. *Grazhdanskaya aviatsiya na sovremennom etape razvitiya nauki, tekhniki i obshchestva: Sbornik tezisov dokladov uchastnikov Mezhdunarodnoj -nauchno-tekhnicheskoy konferencii, posvyashchennoj 45-letiyu Universiteta, Moskva, 18–20 maya 2016 goda*. Moscow: Akademiya imeni N.E. Zhukovskogo. 188-189. EDN XBAOXX. [in Russian]

Erokhin, V. V., Zainullin, E. V. (2021). Automated hardware and software complex in LabVIEW environment to study the effectiveness of PEMIN suppression. *Vestnik nauchnykh konferencij*. 5-2(69): 23-24. EDN SPKRAV. [in Russian]

Karimova, K. R., Kireeva, Y. M., Yumadilova, I. R., Masnabieva G. I. (2019). Investigation of the possibility of using LoRa technology in the design of positioning systems. *Informacionnye tekhnologii intellektual'noj podderzhki prinyatiya reshenij (ITIDS'2019): Trudy VII Vserossiyskoy nauchnoj konferencii (s priglazheniem zarubezhnykh uchenyh): v 3 tomah, Ufa, 28–30 maya 2019 goda*. Ufa: Ufimskij gosudarstvennyj aviacionnyj tekhnicheskij universitet. 2: 75-82. EDN ZGJIQS. [in Russian]

Kiryushkin, V. V., Volkov, N. S., Medvedev, A.M. (2019). Determination of aircraft coordinates in a semi-active multilateration system with synchronization of receiving positions by request signal. *Radiolokatsiya, navigatsiya, svyaz': Sbornik trudov XXV Mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii, posvyashchennoj 160-letiyu so dnya rozhdeniya A.S. Popova. V 6-ti tomah, Voronezh, 16–18 aprelya 2019 goda*. Voronezh: Voronezhskij gosudarstvennyj universitet. 4: 46-54. EDN UZJGLF. [in Russian]

Marychev, D. S., Morozov, O. A., Khmelev, S. L. (2012). Estimation of LFM signal parameters by digital adaptive filtering. *Zhurnal radioelektroniki*. 3: 2-14. EDN OXWBSL. [in Russian]

Mezhetov, M. A., Tikhova, A. I., Vakhrusheva, U. S., Fedorov, A.V. (2021). Application of LoRa technology in unmanned aircraft systems. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya grazhdanskoy aviatsii: sbornik trudov X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*,

- Irkutsk, 14–15 oktyabrya 2021 goda.* Irkutsk: Irkutskij filial federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya «Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet grazhdanskoj aviacii». 2: 180-185. EDN UZUCLT. [in Russian]
- Popov, V., Fedutdinov, D. (2006). Trends in the development of data transmission systems using UAVs. *Zarubezhnoe voennoe obozrenie*. 4: 47-52. [in Russian]
- Sadjid, A. Yu., Ustinov, A. N. (2022). On noise immunity of broadband noise-like LFM FM and PS LFM signals. *Nauchnye issledovaniya molodyh uchyonyh: sbornik statej XVI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Penza, 17 yanvarya 2022 goda.* Penza: Nauka i Prosveshchenie (IP Gulyaev G.YU.): 74-82. EDN CUVJMD. [in Russian]
- Senin A. I. (2014). Correlation properties of sequences constructed on the basis of m-sequences and Walsh sequences. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. N.E. Bauman. Seriya Priborostroenie*. 5(98): 88-97. EDN SVZLSV. [in Russian]
- Senyavin M. M. (2017). Generalizations of Barker codes. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya radiotekhnicheskikh i infokommunikacionnyh sistem: sbornik nauchnyh trudov III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, G. MOSKVA, ROSSIYA, 13–17 noyabrya 2017 goda / Moskovskij tekhnologicheskij universitet (MIREA).* CHast' 1. Moscow: Moskovskij tekhnologicheskij universitet (MIREA): 134-136. EDN YNRJTB. [in Russian]
- Skrypnik O. N., Arefyev R. O. (2020). Optimization of the trajectory of a mobile pseudo-satellite to improve the accuracy of the integrated GLONASS navigation-time field. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. 2: 51-58. DOI 10.17513/snt.37914. EDN KZCVNA. [in Russian]
- Telezhkin V. F., Ryumin R. B. (2012). Investigation of the statistical characteristics of the location error for various algorithms in multilateration systems. *DSPA: Voprosy primeneniya cifrovoj obrabotki signalov*. 2(2): 251-252. EDN ZHJIBT. [in Russian]
- Turintsev S. V., Turintseva M. S. (2022). Software implementation of the algorithm for encoding and decoding the location of aircraft in the discrete-address mode of secondary radar. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya grazhdanskoj aviacii: Sbornik trudov XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchennoj prazdnovaniyu 100-letiya konstruktorskogo byuro "Tupolev", 55-letiya Irkutskogo filiala MGTU GA, 75-letiya Irkutskogo aviacionnogo tekhnicheskogo kolledzha, Irkutsk, 13–14 oktyabrya 2022 goda.* Irkutsk: Irkutskij filial federal'nogo gosudarstvennogo byudzhethnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet grazhdanskoj aviacii". 2: 115-121. EDN YGUUUY. [in Russian]
- Vatrich A.D., Oplemakh G. O., Iskiv V. M. (2021). Radio transmission module of the communication system based on LoRa technology. *Sovremennye problemy radioelektroniki i telekommunikacij*. 4: 76-81. EDN NEZBLI. [in Russian]
- Verkhulevsky K. (2016). LoRa technology in questions and answers. *Besprovodnye tekhnologii*. 1(42): 18-21. EDN VOMQGP. [in Russian]

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ В СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ МЕТОДАМИ ФИЗИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ ПЛАЗМЫ

*Дмитрий Владимирович Хазанов,
orcid.org/ 0000-0001-6640-9085,
кандидат физико-математических наук, доцент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, 3
Иркутск, 664047, Россия
dim38@mail.ru*

*Борис Валентинович Лежанкин,
orcid.org/ 0000-0001-5504-0884,
кандидат технических наук, доцент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, 3
Иркутск, 664047, Россия
lezhbor@mail.ru*

*Вячеслав Владимирович Ерохин,
orcid.org/ 0000-0002-5549-3952,
доктор технических наук, доцент
Московский государственный технический университет
гражданской авиации (Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, 3
Иркутск, 664047, Россия
ww_erohin@mail.ru*

Аннотация. В гражданской авиации актуальной и важной задачей является обеспечение участников воздушного движения бесперебойной радиосвязью. Спутниковая связь представляет собой глобальную подвижную сеть с зоной покрытия всей поверхности Земли, включая полярные районы, которая обеспечивает двусторонний обмен речевыми сообщениями и данными. Анализ принципов функционирования спутниковых систем связи (ССС) показал, что определение энергетических характеристик имеет большое значение. Энергетические характеристики в спутниковых каналах связи и уровень помех определяют качественные показатели и эксплуатационные возможности СССР. Одним из критических факторов, обуславливающих эффективность функционирования СССР, являются условия распространения и поглощения радиоволн, в том числе ионосферных явлений, которые на сегодняшний день недостаточно полно изучены, что и обуславливает актуальность исследований.

Настоящая статья посвящена теоретическим исследованиям плазмы ионосферы методами физической кинетики для повышения энергетического потенциала радиотрасс спутниковой системы связи.

Ключевые слова: физическая кинетика плазмы, энергетические соотношения, спутниковые системы связи, функция распределения Максвелла, ионосферные явления.

ANALYTICAL STUDY OF THE IONOSPHERE INFLUENCE ON ENERGY RELATIONS IN SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS BY THE METHODS OF PHYSICAL PLASMA KINETICS

*Dmitry Vladimirovich Khazanov,
orcid.org/0000-0001-6640-9085,
Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk branch,
Kommunarov, 3
Irkutsk, 664047, Russia
dim38@mail.ru*

*Boris Valentinovich Lezhankin,
orcid.org/0000-0001-5504-0884,
Candidate of Technical Sciences,
Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk branch,
Kommunarov, 3
Irkutsk, 664047, Russia
lezhbor@mail.ru*

*Vyacheslav Vladimirovich Erokhin,
orcid.org/0000-0002-5549-3952,
Doctor of Technical Science,
Moscow State Technical University of Civil Aviation, Irkutsk branch,
Kommunarov, 3
Irkutsk, 664047, Russia
ww_erohin@mail.ru*

Abstract. In civil aviation, an urgent and important task is to provide air traffic participants with uninterrupted radio communication. Satellite communication is a global mobile network covering the entire surface of the Earth, including polar regions, which provides a two-way data and voice communication exchange. An analysis of the principles of functioning of satellite communication systems (SCS) showed that the determination of energy characteristics is of great importance. Energy characteristics in satellite communication channels and the level of interference determine SCS operational capabilities and quality indicators. One of the critical factors that determine the effectiveness of the SCS functioning is the conditions for the propagation and absorption of radio waves, including ionospheric phenomena, which are not yet fully understood, and this determines the research relevance.

This article is devoted to theoretical studies of the ionospheric plasma by the methods of physical kinetics to increase the energy potential of the radio links of a satellite communication system.

Keywords: physical plasma kinetics, energy relations, satellite communication systems, Maxwell distribution function, ionospheric phenomena.

Введение

Гражданская авиация (ГА) предназначена для решения важных для страны задач, связанных с обеспечением потребностей населения, отраслей промышленности и сельского хозяйства в воздушных перевозках.

Управление воздушным движением (УВД) включает в себя комплекс мероприятий с использованием современных радиотехнических средств обеспечения полетов, применяемых в автоматизированных системах управления воздушным движением (АС УВД) [Арефьев и др., 2021]. Особое место в эксплуатации ВС занимают системы связи, являющиеся единственным средством обеспечения процесса обмена информацией между членами экипажа и диспетчерскими пунктами [Межетов и др., 2021]. Ввиду того, что радиосвязь является основным, а в некоторых случаях единственным средством радиопереговоров и обмена данными между ВС и наземными пунктами УВД, в пунктах управления устанавливают наземные радиостанции, а на ВС бортовые радиостанции [Серебренников и др., 2017]. Система бортовых и наземных средств радиосвязи обеспечивает взаимодействие диспетчерских органов службы движения и передачу информации по управлению воздушным движением.

Для обеспечения высокой безопасности, регулярности и эффективности полетов все участники воздушного движения должны быть обеспечены бесперебойной, беспойсковой и бесподстроечной радиосвязью. При этом радиосвязь должна оставаться доступной и надёжной даже в неблагоприятных условиях, таких как полёты над водной поверхностью и сложным горным рельефом, на значительном удалении абонентов друг от друга, при наличии электромагнитных помех. Решение данной задачи обеспечивается, в том числе, применением ССС [Белозерцев и др., 2021].

Глобальные системы спутниковой связи обладают рядом достоинств, которые делают их уникальным и эффективным средством связи и обусловили их активное применение в авиации, а именно, неограниченные перекрываемые пространства, большая пропускная способность, высокое качество и надёжность каналов связи. Использование искусственных спутников Земли (ИСЗ) позволяет организовать международную и национальную связь [Скрыпник и др., 2020; Арефьев, 2021]. Спутниковая связь представляет собой глобальную подвижную сеть с зоной покрытия всей поверхности Земли, включая полярные районы, которая обеспечивает двусторонний обмен речевыми сообщениями и данными [Анаров и др., 2013; Бриндеев и др., 2015].

Для обеспечения эффективной работы международным союзом электросвязи даны рекомендации по использованию радиочастот и регламентированы нормы для ССС. При этом выбор рабочих частот обусловлен следующими факторами [Межетов и др., 2022]:

- уровнем внешних источников шумов, принимаемых антенной системой;
- условиями распространения и поглощения радиоволн (влияние на линию связи атмосферных осадков, затухания в атмосфере и ионосферных явлений);
- взаимными помехами между ССС и радиосредствами других служб, работающих в смежных или одних и тех же диапазонах частот;
- наличием и сложностью технических средств.

Одними из важнейших факторов, которые обуславливают эффективность функционирования ССС, являются условия распространения и поглощения радиоволн, в том числе ионосферные явления, которые на сегодняшний день недостаточно полно изучены, что и обуславливает актуальность исследований.

Цель работы – теоретические исследования физической кинетики плазмы ионосферы для повышения энергетического потенциала радиолиний спутниковой системы связи.

Энергетические соотношения в спутниковых системах связи

В совокупности с диапазоном частот большое значение имеет определение энергетических характеристик ССС, которые вместе с уровнем помех определяют качественные показатели и эксплуатационные возможности ССС. В спутниковых каналах связи основным видом помех являются шумы радиоприемников и шумы внешних источников, кроме того значительное влияние оказывает космический шум [Патрикеев, 2017]. Рассмотрим энергетические соотношения для ССС с активной ретрансляцией [Владимиров и др., 2012]. При использовании активных ретрансляторов стараются применять узконаправленные антенны, что позволяет использовать передающие устройства (ПРД) с мощностью $P_{\text{ПРД}}$ в сотни Вт, в связи с этим мощность входного сигнала приемного устройства (ПРМ) наземной станции:

$$P_c = \frac{P_{\text{ПРД}} G_{\text{ПРД}} G_{\text{ПРМ}} \lambda_2^2}{(4\pi)^2 l_2^2 F_2 L_2},$$

где $P_{\text{ПРД}}$ – мощность передающего устройства; $G_{\text{ПРД}}$ – коэффициент направленного действия передающей антенны; $G_{\text{ПРМ}}$ – коэффициент направленного действия приемной антенны; λ – длина волны; l_2 – протяженность участка ИСЗ-Земля; L_2 – потери на распространение в среде; F_1 – потери в приемном тракте.

Мощность сигнала на входе ПРМ ИСЗ:

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{ПРД}} G_{\text{ПРД}} G_{\text{ПРМ}} \lambda_1^2}{(4\pi)^2 l_1^2 F_1 L_1},$$

где F_1 – потери на распространение в фидере, остальные характеристики аналогичны, но соответствуют линии Земля-ИСЗ.

Мощность шума на входе ПРМ земной станции:

$$P_m = k T_3 \Delta f + \frac{P_c P_{\text{мп}}}{P_{\text{ср}}},$$

где $k = 1,32 \cdot 10^{-23}$ Дж / град – постоянная Больцмана; Δf – ширина полосы частот потока данных; T_3 – шумовая температура приемника.

Мощность шума на входе ПРМ ИСЗ:

$$P_{\text{мп}} = k T_p \Delta f,$$

где T_p – эквивалентная шумовая температура антенны.

Анализ энергетических соотношений в ССС показывает зависимость мощности принимаемого сигнала от потерь распространения в среде.

Физическая кинетика плазмы

Плазма представляет собой систему многих частиц и наиболее детальное и корректное её описание проводится с помощью методов физической кинетики, или кинетической теории [Веденяпин и др., 2018; Мингалев и др., 2017]. В кинетической теории поведение электронного, ионного газов, а также газов нейтральных атомов и молекул, которые присутствуют в частично ионизированной плазме, описывается функцией распределения $f_a(\vec{r}, \vec{V}_a, t)$, где a – сорт частиц (e, i, n) . Функция распределения представляет собой плотность частиц в конфигурационном пространстве (\vec{r}, \vec{V}_a) , то есть среднее число частиц:

$$dn_a = f_a(\vec{r}, \vec{V}_a, t) d\vec{r} d\vec{V}_a$$

Средние характеристики плазмы (концентрация N_a , средняя скорость u_a и температура T_a) могут быть выражены с помощью функции f_a следующим образом:

$$\begin{aligned} N_a &= \int f_a(\vec{r}, \vec{V}_a, t) d\vec{V}_a; \quad N_a \vec{u}_a = \int \vec{V}_a f_a(\vec{r}, \vec{V}_a, t) d\vec{V}_a \\ \frac{3}{2} N_a T_a &= \frac{m_a}{2} \int (\vec{V}_a - \vec{u}_a)^2 f_a d\vec{V}_a. \end{aligned} \quad (1)$$

Уравнение, описывающее изменение f_a в пространстве скоростей, координат и времени, называется кинетическим уравнением Больцмана и имеет вид:

$$\frac{\partial f_a}{\partial t} + \vec{V}_a \frac{\partial f_a}{\partial \vec{r}} + \frac{\vec{F}_a}{m} \frac{\partial f_a}{\partial \vec{V}_a} = \sum_b S_{ab}. \quad (2)$$

Здесь:

$\vec{F}_a = e_i \left(\vec{E} + \frac{1}{c} [\vec{V}_a \cdot \vec{B}] \right) + m_a \vec{g}$ – сила, действующая на частицу сорта a ,
а интеграл столкновений Больцмана:

$$S_{ab} = - \iint d\vec{V}_a d\Omega q(u, \alpha) u \left\{ f_a(\vec{V}_a) f_b(\vec{V}_b) - f_a(\vec{V}_a') f_b(\vec{V}_b') \right\} \quad (3)$$

описывает изменение функции распределения f_a частиц сорта a при их соударениях с частицами сорта b , где:

\vec{V}_a', \vec{V}_b' – скорости частиц до соударения;

\vec{V}_a, \vec{V}_b – скорости частиц после соударения;

$u = |\vec{V}_a - \vec{V}_b|$ – относительная скорость частиц a и b после соударения;

$\alpha = \alpha(\vec{V}_a - \vec{V}_b, \vec{V}_a' - \vec{V}_b')$ – угол рассеяния;

$q(u, \alpha)$ – дифференциальное сечение рассеяния.

Интегрирование в (3) проводится по скоростям рассеивающихся частиц и по углам рассеяния $d\Omega = \sin \alpha d\alpha d\varepsilon$, где ε – азимутальный угол.

Помимо кинетического уравнения в систему уравнений, описывающих плазму, необходимо ввести уравнения электродинамики – уравнения Максвелла [Шелухин и др., 2009]:

$$\begin{aligned} \operatorname{rot} B &= \frac{1}{c} \frac{\partial E}{\partial t} + \frac{4\pi}{c} j \\ \operatorname{rot} E &= -\frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t} \\ \operatorname{div} E &= 4\pi\rho \\ \operatorname{div} B &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Входящие в уравнения (4) плотности заряда ρ и тока \vec{j} определяются через параметры плазмы следующим образом:

$$\begin{aligned} \rho &= \sum_a e_a N_a = \sum_a e_a \int f_a(\vec{r}, \vec{V}_a, t) d\vec{V}_a \\ \vec{j} &= \sum_a e_a N_a \vec{u}_a = \sum_a e_a \int \vec{V}_a f_a(\vec{r}, \vec{V}_a, t) d\vec{V}_a \end{aligned} \quad (5)$$

Таким образом, система уравнений для функции распределения и полей (2), (3), (4) и (5) образует замкнутую систему. В плазме устанавливается такое распределение частиц по скоростям и в пространстве, при котором поля поддерживают это распределение и определяются им. Говорят, что в плазме устанавливается самосогласованное поле.

Функция распределения в равновесных условиях

Пусть на плазму, состоящую из частиц одного сорта, не действуют внешние силы. Тогда с течением времени в плазме установится некоторое равновесное и стационарное распределение, функция распределения которого не зависит от координат и времени. Из (2) и (3) следует, что f_a^0 удовлетворяет уравнению:

$$\begin{aligned} S_{aa} &= 0 \\ f_a^0(\vec{V}_a) f_a^0(\vec{V}_{a1}) &= f_a^0(\vec{V}'_a) f_a^0(\vec{V}'_{a1}) \end{aligned} \quad (6)$$

Здесь \vec{V}_{a1} – скорости полевых частиц сорта a , на которых рассеиваются пробные частицы этого сорта со скоростями \vec{V}_a . Прологарифмируем выражение (6)

$$\ln f_a^0(\vec{V}_a) + \ln f_a^0(\vec{V}_{a1}) = \ln f_a^0(\vec{V}'_a) + \ln f_a^0(\vec{V}'_{a1}). \quad (7)$$

Величины, сумма которых не меняется при столкновении, называются аддитивными интегралами движения.

При столкновениях мы имеем интеграл массы:

$$m_a + m_{a1} = m'_a + m'_{a1}$$

Интеграл импульса:

$$m_a \vec{V}_a + m_{a1} \vec{V}_{a1} = m'_a \vec{V}'_a + m'_{a1} \vec{V}'_{a1}$$

Интеграл энергии:

$$m_a \vec{V}_a^2 + m_{a1} \vec{V}_{a1}^2 = m'_a \vec{V}_a'^2 + m'_{a1} \vec{V}_{a1}'^2$$

Отсюда следует, что $\ln f_a^0$ является линейной функцией интеграла движения, то есть:

$$\ln f_a^0 = \alpha m_a + \beta m_a \vec{V}_a + \gamma \frac{m_a \vec{V}_a^2}{2}. \quad (8)$$

Постоянные α, β и γ могут быть выражены через средние параметры плазмы согласно (6). Окончательно получим:

$$f_a^0 = N_a \left(\frac{m_a}{2\pi T_a} \right)^{3/2} \exp \left[-\frac{m_a (\vec{V}_a - \vec{u}_a)^2}{2T_a} \right]. \quad (9)$$

Полученная функция описывает распределение частиц по скоростям в равновесной плазме и называется функцией распределения Максвелла.

Интеграл столкновений Больцмана в форме Ландау

При соударениях заряженных частиц дифференциальное сечение рассеяния (формула Резерфорда) имеет вид [Шаповалов и др., 2012]:

$$q(u, \alpha) = \left(\frac{e^2}{2mu^2} \right)^2 \cdot \frac{1}{\sin^4 \frac{\alpha}{2}}. \quad (10)$$

Отсюда видно, что основной вклад в рассеяние при столкновениях заряженных частиц вносит рассеяние на малые углы, то есть с малыми изменениями импульса и энергии. Это обстоятельство позволяет разложить второе слагаемое (3) в ряд по малым изменениям скорости при столкновении и представить интеграл соударений (3) в дифференциальной форме Ландау:

$$S_{ab} = -\text{div}_{\vec{V}_a} \vec{J}_{ab}$$

$$\vec{J}_{ab} = \frac{1}{2N_b} \int d\vec{V}_b v_{ab}(u) \left\{ \begin{array}{l} u^2 \left[\frac{m_a}{m_b} f_a \frac{\partial f_b}{\partial V_b} - f_b \frac{\partial f_a}{\partial V_a} \right] - \\ - \vec{u} \left[\frac{m_a}{m_b} f_a \left(-\vec{u} \frac{\partial f_b}{\partial V_b} \right) - f_b \left(\vec{u} \frac{\partial f_a}{\partial V_a} \right) \right] \end{array} \right\}, \quad (11)$$

где $\text{div}_{\vec{V}_a}$ – дивергенция в пространстве скоростей, \vec{J}_{ab} – поток в пространстве скоростей.

Здесь $v_{ab}(u) = \frac{4\pi e^4 N_b}{m_a^2 u^3} \Lambda$, где $u = \vec{V}_a - \vec{V}_b$, а $\Lambda = \ln \frac{m_a r_D V_a^2}{e^2}$ – так называемый кулоновский логарифм.

Кулоновский логарифм появился при интегрировании сечения рассеяния (10) по углу рассеяния α .

Вообще говоря, этот интеграл расходится на нижнем пределе интегрирования, то есть при $\alpha \rightarrow 0$, а так как $\alpha \approx \frac{e^2}{m_a V_a^2 \rho}$, где ρ – прицельное расстояние, то он расходится при больших ρ . Однако учитывая, что кулоновское поле образуется на расстоянии $\approx r_D$ (дебаевский радиус), можно выбрать в качестве нижнего предела по α величину $\alpha_{\min} \approx \frac{e^2}{m_a V_a^2 r_D}$. Учитывая, что $\frac{m_a V_a^2}{e^2 / r_D} \approx \frac{T}{\omega} \gg 1$, то для газовой плазмы можно видеть, что приближенный

характер проведённых расчетов не влияет на величину Λ , так как под логарифмом стоит большая величина.

Упрощение интеграла столкновений Ландау

Пусть в плазме имеется одно выделенное направление \vec{B}_{zxy} . Введём в пространстве скоростей сферическую систему координат, направив ось z вдоль \vec{S} и систему $z'x'y'$ с осью \vec{Z}' вдоль \vec{V}_a (рис. 1).

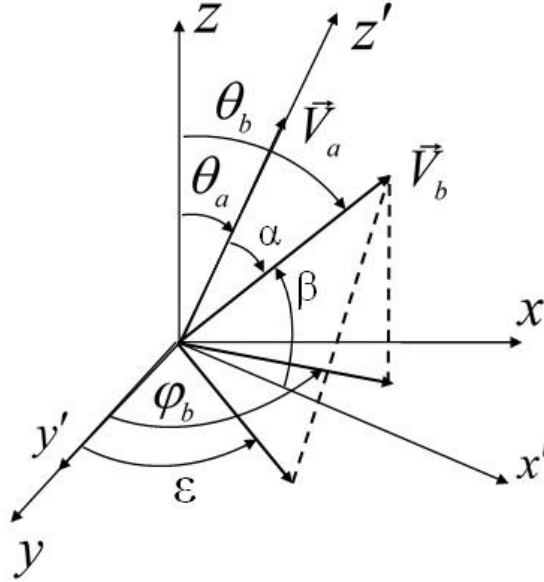


Рисунок 1 – Сферическая система координат

Пусть $\varphi_a = 0$, то есть $\vec{y} = \vec{y}'$. Предположим, что функции распределения не зависят от азимутального угла φ_{ab} – вращения частиц поперек \vec{B} . Тогда $f(\vec{V}) = f(V, \theta)$, где θ – питч-угол, V – модуль скорости. В этом случае имеем:

$$\begin{aligned} \text{div} \vec{j}_{ab} &= \frac{1}{V_a^2} \frac{\partial}{\partial V} (V_a^2 j_V) + \frac{1}{V_a \sin \theta_a} \frac{\partial}{\partial \theta_a} (\sin \theta_a j_\theta) = \\ &= \frac{1}{V_a^2} \frac{\partial}{\partial V_a} (V_a^2 j_V) - \frac{1}{V_a} \frac{\partial}{\partial \mu} \left[(1 - \mu^2) \frac{j_\theta}{\sin \theta_a} \right], \end{aligned}$$

где $\mu = \cos \theta_a$.

Предположим также, что функция распределения полевых частиц f_b является сферически симметричной, то есть $\frac{\partial f_b}{\partial \theta} = 0$ и $\frac{\partial f_b}{\partial V} \neq 0$.

Учитывая, что $\frac{\partial f}{\partial V} = \vec{e}_V \frac{\partial f}{\partial V} + \vec{e}_\theta \frac{1}{V} \frac{\partial f}{\partial \theta}$. Получим:

$$\begin{aligned} j_V &= -\frac{1}{2N_b} \left[V_a f_a A_1 + \frac{\partial f_a}{\partial V_a} A_2 + \frac{1}{V_a} \frac{\partial f_a}{\partial \theta_a} A_3 \right] \\ j_\theta &= \frac{1}{2N_b} \left[V_a f_a B_1 - \frac{\partial f_a}{\partial V_a} B_2 - \frac{1}{V_a} \frac{\partial f_a}{\partial \theta_a} B_3 \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
A_1 &= -\frac{m_a}{m_b} \int V_b \frac{\partial f_b}{\partial V_b} (1 - \cos^2 \alpha) v(u) d\vec{V}_b \\
A_2 &= \int f_b V_b^2 (1 - \cos^2 \alpha) v(u) d\vec{V}_b \\
A_3 &= \int f_b V_b \cos \beta (V_a - V_b \cos \alpha) v(u) d\vec{V}_b \approx \cos \beta \\
B_1 &= \frac{m_a}{m_b} \int \frac{\partial f_b}{\partial V_b} \cos \beta (V_a - V_b \cos \alpha) v(u) d\vec{V}_b \approx \cos \beta \\
B_2 &= A_3 \\
B_3 &= \int f_b (u^2 - V_b^2 \cos^2 \beta) v(u) d\vec{V}_b \\
V_{bx} &= V_b \cos \beta = V_b \sin \alpha \sin \varepsilon \text{ (рис.2)}
\end{aligned}$$

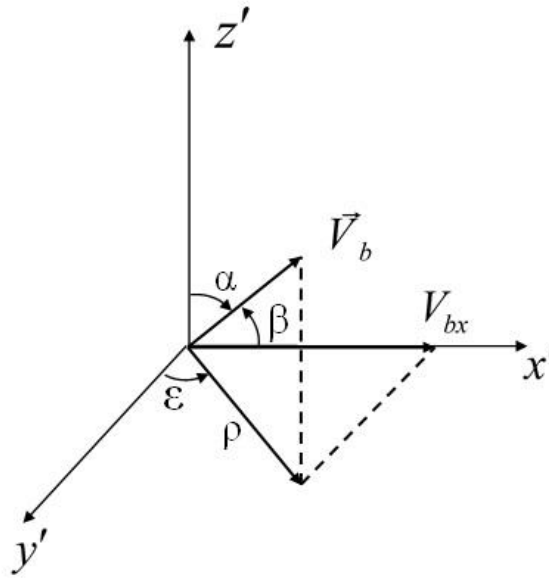


Рисунок 2 – Проекция вектора \vec{V}_b

Учитывая, что

$$d\vec{V}_b = V_b^2 dV_b \sin \alpha d\alpha d\varepsilon$$

имеем:

$$\int_0^{2\pi} d\varepsilon \cos \beta \approx \int_0^{2\pi} \sin \varepsilon d\varepsilon = 0$$

Отсюда $A_3 = B_2 = B_1 = 0$.

Далее при вычленении B_3, A_1, A_2 учитываем:

$$J_1 = \int_0^{2\pi} d\varepsilon \int_0^\pi d\alpha \frac{\sin \alpha (1 - \cos^2 \alpha)}{u^3} = -2\pi \int_0^\pi \frac{(1 - \cos^2 \alpha) d \cos \alpha}{(V_a^2 + V_b^2 - 2V_a V_b \cos \alpha)^{3/2}} =$$

$$= \frac{8\pi}{3} \begin{cases} V_b^{-3}, V_a \leq V_b \\ V_a^{-3}, V_a \geq V_b \end{cases}$$

$$J_2 = \int_0^{2\pi} d\varepsilon \int_0^\pi \frac{\cos \alpha d \cos \alpha}{u^3} = 8\pi \begin{cases} \frac{V_b}{V_a^2(V_a^2 - V_b^2)}, V_a \geq V_b \\ \frac{V_a}{V_b^2(V_b^2 - V_a^2)}, V_a \leq V_b \end{cases}.$$

Окончательно получим:

$$S_{ab} = \frac{1}{2V_a^2} \frac{\partial}{\partial V_a} \{A_1 V_a^3 f_a + A_2 V_a^2 \frac{\partial f_a}{\partial V_a}\} + \frac{B_3}{V_a^2} \frac{\partial}{\partial \mu} \left[(1 - \mu^2) \frac{\partial f_a}{\partial \mu} \right], \quad (12)$$

где

$$A_1 = \frac{4\pi v(V_a)}{N_b} \frac{m_a}{m_b} \int_0^{V_a} V_b^3 f_b(V_b) dV_b$$

$$v(V_a) = \frac{4\pi e^4 N_b}{m_a^2 V_a^3} \Lambda$$

$$A_2 = \frac{4\pi v(V_a)}{3N_b} \left[\int_0^{V_a} V_b^4 f_b(V_b) dV_b + V_a^3 \int_{V_a}^\infty V_b f_b(V_b) dV_b \right]$$

$$B_3 = \frac{2\pi v(V_a)}{N_b} \left[V_a^2 \int_0^{V_a} V_b^2 f_b(V_b) dV_b + V_a^3 \int_{V_a}^\infty V_b f_b(V_b) dV_b \right] - \frac{A_2}{2}$$

Поскольку в интеграле столкновений Ландау учитываются только кулоновские соударения, то он часто называется кулоновским интегралом соударений.

Рассмотрим выражение для кулоновского интеграла в случае соударений электронов и ионов. Примем, что ионы распределены по скоростям в соответствии с максвелловской функцией распределения:

$$f_i(V_i) = N_i \left(\frac{m_i}{2\pi T_i} \right)^{3/2} \exp \left(-\frac{m_i V_i^2}{2T_i} \right) \quad (13)$$

Тогда получим, учитывая, что $V_a \gg V_b$ ($V_a \rightarrow \infty$) в A_1, A_2, B_3

$$S_{ei} = v_{ei} \left\{ \frac{m_e}{m_i} V \frac{\partial}{\partial V} \left[f_e + \frac{T_i}{m_e V} \frac{\partial f_e}{\partial V} \right] + \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial \mu} \left[(1 - \mu^2) \frac{\partial f_e}{\partial \mu} \right] \right\} \quad (14)$$

Кулоновский интеграл для межэлектронных соударений, как это следует из (12), является нелинейным интегро-дифференциальным оператором и его использование при решении задач на определение f_e затруднительно.

Однако в ряде интересных случаев, основная часть электронов распределена по максвелловскому закону, аналогичному (13) с температурой

T_e и лишь высокоэнергетичный хвост функции распределения отличается от максвелловского. Тогда для электронов высоких энергий (больших скоростей) выражение (12) упрощается. В коэффициентах A_1, A_2, B_3 можно положить $V_a = \infty, f_a = f_e^\mu$. Тогда имеем:

$$S_{ee} = v_{ee} \left\{ V \frac{\partial}{\partial V} \left[f_e + \frac{T_e}{m_e V} \frac{\partial f_e}{\partial V} \right] + \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial \mu} \left[(1 - \mu^2) \frac{\partial f_e}{\partial \mu} \right] \right\} \quad (15)$$

Полученное выражение для интегралов столкновений состоит из 2-х частей, описывающих изменение функции распределения в пространстве модуля скорости и питч-углов. При изменении f в пространстве V изменяется средняя энергия частиц – говорят, что 1-е слагаемое в S_{ab} описывает передачу энергии от частиц данного сорта к полевым частицам. При трансформации питч-углового распределения изменяется средний импульс частиц – 2-е слагаемое в S_{ab} описывает передачу импульса к полевым частицам. Так, если $S_{ee} = 0$, то $f_e^0 + \frac{T_e}{m_e V} \frac{\partial f_e^0}{\partial V} = 0, \frac{\partial f_e^0}{\partial \mu} = 0$.

Отсюда $f_e^0 = A \exp\left(-\frac{m_e V_e^2}{2T_e}\right)$ – максвелловское распределение с нулевой средней скоростью – то есть некоторое начальное распределение в течение достаточно большого времени стремится к распределению полевых частиц.

Упрощение интеграла столкновений Больцмана для электронов плазмы

Столкновение электронов с ионами, как заряженных частиц, взаимодействующих по закону Кулона, описывает интеграл столкновений в форме Ландау – кулоновский интеграл соударений. Поэтому мы будем рассматривать интеграл Больцмана только для соударений электронов с нейтральными атомами и молекулами частично ионизированной плазмы [Эндер и др., 2011]. Соударения подобного рода можно подразделить на упругие и неупругие.

А). Упругие соударения электронов с нейтральными частицами. Учитывая, что $m_n \gg m_e$, можно считать, что скорости нейтральной частицы до и после соударения равны между собой. Кроме того, что так как $V_e \gg V_n$, то $u \approx V_e$ и S_{en} примет вид:

$$S_{en} = - \iint d\vec{V}_n d\Omega \ q(u, a) V \{ f_e(\vec{V}) - f_e(\vec{V}') \} f_n(\vec{V}_n). \quad (16)$$

При упругих соударениях модуль скорости лёгкой частицы практически не меняется, то есть $f_e(\vec{V}) = f_e(V, \theta), f_e(\vec{V}') = f_e(V, \theta')$, где θ, θ' – питч-угол электрона до и после столкновения.

Тогда, проводя интегрирование по \vec{V}_n и, учитывая, что концентрация нейтральных частиц $N_n = \int d\vec{V}_n f_n(\vec{V}_n)$, получим:

$$S_{en} = -N_n \int q(V, \alpha) V \{ f_e(V, \theta) - f_e(V, \theta') \} d\Omega \quad (16')$$

Б). Неупругие соударения электронов с нейтральными частицами. В результате неупругих соударений меняется внутренняя энергия атома или молекулы газа: нейтральная частица возбуждается, переходя на высший энергетический уровень или ионизуется с образованием свободного электрона. При этом кинетическая энергия нейтральных частиц не меняется. Скорости электрона до и после соударения связаны соотношением:

$$\frac{m_e V'^2}{2} = \frac{m_e V^2}{2} + E^*,$$

где E^* – пороговая энергия возбуждения нейтральной частицы, то есть разность энергий возбужденного и основного состояний атома или молекулы. Отсюда $V' = \sqrt{V^2 + V^{*2}}$, $V^{*2} = \frac{2E^*}{m_e}$.

Эксперименты по изменению сечений неупругого рассеяния электронов на атомах и молекулах показывают, что после рассеяния электрон не изменяет направление своего движения, то есть:

$$q^*(V, \alpha) = \frac{\sigma^*(V)}{2\pi} \delta(\alpha),$$

где $\delta(\alpha)$ – дельта функция.

Интеграл соударений Больцмана для неупругого рассеяния аналогично (12) можно записать:

$$S_{en}^* = - \iint d\vec{V}_n d\Omega f_n(\vec{V}_n) \{V_e q^*(V_e, \alpha) f_e(\vec{V}_e) - V_e' q^*(V', \alpha)\} f_e(\vec{V}_e'). \quad (17)$$

Для упругих соударений относительные скорости до и после соударения равны, и мы получим для S_{ab} форму (12). Подставив V' и q^* и учитывая, что:

$$\theta' = \theta'(\theta, \alpha), \theta'(\theta, \alpha = 0) = \theta,$$

получим:

$$S_{en}^* = -N_n [V \sigma^*(V) f_e(V, \theta)] - \sqrt{V^2 + V^{*2}} \sigma^* \left(\sqrt{V^2 + V^{*2}} \right) \times \\ \times f_e \left(\sqrt{V^2 + V^{*2}}, 0 \right). \quad (17')$$

Разложение функции распределения электронов в ряд по полиномам Лежандра

Если функция распределения электронов близка к сферически симметричной, то есть слабо зависит от питч-угла, то целесообразно представить её в виде суммы сферически-симметричной части и совокупности угловых частей. Иначе говоря, удобно произвести разложение угловой части функции распределения в ряд по полиномам Лежандра [Улукхьян, 2011]:

$$f_e(V, \mu, \vec{r}) = \sum_{n=0}^{\infty} f_{ne}(V, \vec{r}) P_n(\mu), \quad \mu = \cos \theta. \quad (18)$$

Если f_e является слабой функцией μ , то $f_{e0} \gg f_{e1} \gg f_{e2} \dots \gg \dots$, то есть в ряде (18) можно ограничиться двумя членами разложения, чем существенно облегчается решение кинетического уравнения. Далее, в случае

сильной зависимости f_e от питч-угла в форме $f_e(\mu) = A \Pi(\mu)$, где $\Pi(\mu) = \begin{cases} 1, & \mu \geq 0 \\ 0, & \mu < 0 \end{cases}$ можно видеть, что коэффициенты разложения f_{ne} , называемые поправками функции распределения n -го порядка, убывают и ряд (18) сходится.

Свойства полиномов Лежандра:

$$\begin{aligned} P_0(\mu) = 1, P_1(\mu) = \mu, P_2(\mu) = \frac{1}{2}(3\mu^2 - 1), |P_n(\mu)|_{\max} = 1 \\ P_0(i) = 1, P_{2n}(-\mu) = P_{2n}(\mu), P_{2n+1}(-\mu) = -P_{2n+1}(\mu), \rightarrow P_n(\mu) = \\ = (-1)^n P_n(\mu), P_{2n+1}(0) = 0 \end{aligned} \quad (19)$$

$\int_{-1}^1 P_n(\mu) P_m(\mu) d\mu = \frac{2}{2m+1} \sigma_{nm}$ – свойство ортогональности полиномов Лежандра.

Рекуррентные соотношения:

$$\mu P_n(\mu) = \frac{n+1}{2n+1} P_{n+1}(\mu) + \frac{n}{2n+1} P_{n-1}(\mu), \quad (20)$$

$$(1 - \mu^2) \frac{\partial P_n(\mu)}{\partial \mu} = \frac{n(n+1)}{2n+1} [P_{n-1}(\mu) - P_{n+1}(\mu)], \quad (21)$$

$$(2n+1)P_n(\mu) = P'_{n+1}(\mu) - P'_{n-1}(\mu), \quad (22)$$

Теорема сложения:

$$\cos \theta' = \cos \theta \cos \alpha + \sin \theta \sin \alpha \cos \varepsilon, \quad (23)$$

где θ, θ' – питч-углы до и после рассеяния, α, ε – углы рассеяния, то:

$$\begin{aligned} P_n(\cos \theta') = \\ P_n(\cos \theta) P_n(\cos \alpha) + 2 \sum_{k=1}^n \frac{(n-k)!}{(n+k)!} P_n^k(\cos \theta) P_n^k(\cos \alpha) \cos k\varepsilon. \end{aligned} \quad (23')$$

Найдем кинетическое уравнение для поправок функции распределения, записав предварительно основное кинетическое уравнение в так называемом дрейфовом приближении. В этом случае мы считаем, что электроны представляют собой элементарные магнитные моменты (ларморовские окружности), на которые действуют электрическая сила eE , направленная вдоль магнитного поля \vec{B} , и выталкивающая магнитная квазисила $\vec{F}_{B\parallel} = -\mu \frac{\partial B}{\partial S} = -\frac{m_e V_{\perp}^2}{2B} \frac{\partial B}{\partial S}$ (гравитацию $m_e \vec{g}$ не учитываем ввиду малости m_e). Тогда, считая, что функция распределения f_e изменяется в пространстве только вдоль \vec{B} , получим:

$$\frac{\partial f_e}{\partial t} + V_{\parallel} \frac{\partial f_e}{\partial S} - \frac{e\vec{E}}{m_e} \frac{\partial f_e}{\partial \vec{V}} + \frac{\vec{F}_{B\parallel}}{m_e} \frac{\partial f_e}{\partial V_{\parallel}} = \frac{q(V, \theta, S)}{4\pi} + S_{en} + S_{en}^* + S_{ei} + S_{ee}. \quad (24)$$

Здесь $q(V, \theta, S)$ – скорость образования электронов в 1 см^3 за 1 секунду в интервале скоростей $\vec{V} \div \vec{V} + d\vec{V}$ в точке с координатой S , где S – координата вдоль магнитного поля.

Полная скорость образования электронов в 1 см^3 за секунду под действием некоторого источника:

$$Q(S) = \int_0^\infty \int_0^\pi \int_0^{2\pi} q(V, \theta, S) V^2 \sin \theta d\theta d\varphi.$$

Далее, учитывая, что:

$$eE \frac{\partial f_e}{\partial \vec{V}} = eE_V \frac{\partial f_e}{\partial V} + eE_\theta \frac{\partial f_e}{\partial \theta} = e\mu E \frac{\partial f_e}{\partial V} + e \frac{E(1-\mu^2)}{V} \frac{\partial f_e}{\partial \mu}$$

$$\frac{\vec{F}_{B\parallel}}{m_e} \frac{\partial f_e}{\partial V_\parallel} = -\frac{V^2(1-\mu^2)}{2B} \frac{\partial B}{\partial S} \frac{\partial f_e}{\partial (V_\mu)} = -V(1-\mu^2) \frac{\partial B}{\partial S} \frac{1}{2B} \frac{\partial f_e}{\partial \mu}.$$

и что $\partial(V\mu) = V\partial\mu$, так как в магнитном поле модуль скорости V не меняется, окончательно получим кинетическое уравнение в виде:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f_e}{\partial t} + \mu V \frac{\partial f_e}{\partial S} - \frac{e\vec{E}}{m_e} \left[\mu \frac{\partial f_e}{\partial V} + \frac{1-\mu^2}{V} \frac{\partial f_e}{\partial \mu} \right] - V(1-\mu^2) \frac{\partial B}{\partial S} \frac{1}{2B} \frac{\partial f_e}{\partial \mu} = \\ \frac{q(V, \theta, S)}{4\pi} + S_{en} + S_{en}^* + S_{ei} + S_{ee}. \end{aligned} \quad (24')$$

При определении уравнения для поправок будем пренебрегать третьим и вторым слагаемыми в правой части (24'). Подставим разложение (18) в уравнение (24') и, умножая его на $P_m(\mu)$, проинтегрируем полученное выражение по $d\Omega = d\mu$, ($\mu = -1 \div +1$). Тогда учитывая (19) и (20), получим рекуррентные соотношения для поправок:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f_e}{\partial t} + V \left[\frac{m+1}{2m+3} \frac{\partial f_{m+1}}{\partial S} + \frac{m}{2m-1} \frac{\partial f_{m-1}}{\partial S} \right] = \\ = \frac{1}{4\pi} \int_{-1}^1 q(V, \mu, S) P_m(\mu) d\mu \cdot \frac{2m+1}{2} + \frac{2m+1}{2} \sum \int_{-1}^1 S P_m(\mu) d\mu, \\ S_m = \int_{-1}^1 S P_m(\mu) d\mu \cdot \frac{2m+1}{2}. \end{aligned}$$

Если $q = q(V, S)$, то $q_m = \frac{q(V, S)}{4\pi} \delta_{m0}$.

Рассмотрим выражение для интегралов столкновений.

А). Упругий интеграл.

$$\begin{aligned} S_{men} = - \int_{-1}^1 N_n P_m(\mu) d\mu \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \sin \alpha d\alpha d\varepsilon V_q(V, \alpha) \cdot \\ \cdot \left\{ \sum_{k=1}^n f_n P_n(\cos \theta) - \sum_{n=0}^\infty f_n [P_n(\cos \theta) P_n(\cos \alpha) + A] \right\} \frac{2m+1}{2} \\ A = 2 \sum_{k=1}^n \frac{(n-k)!}{(n+k)!} P_n^k(\cos \theta) P_n^k(\cos \alpha) \cos k\varepsilon \\ \int_0^{2\pi} \cos k\varepsilon d\varepsilon = \frac{1}{k} \sin k\varepsilon \Big|_0^{2\pi} = 0 \end{aligned}$$

Тогда получим:

$$S_{men} = -VN_n f_m 2\pi \int_0^\pi q(V, \alpha) [1 - P_m(\cos \alpha) \sin \alpha d\alpha]$$

$$\sigma_{TPm} = 2\pi \int_0^\pi q(V, \alpha) [1 - P_m(\cos \alpha)] \sin \alpha d\alpha = 2\pi \int_{-1}^1 q(V, x) [1 - P_m(x)] dx,$$

Где σ_{TPm} – транспортное сечение рассеяния.

$$S_{men} = -f_m \sigma_{TPm} NV = -v_{men}(V) f_m.$$

Если сечение упругого рассеяния не зависит от угла рассеяния α , то:

$$\sigma_{TPm} = 4\pi q(V) [1 - \delta_{m0}] = \begin{cases} 4\pi q(V), & m \neq 0 \\ 0, & m = 0 \end{cases}$$

Б). Неупругий интеграл соударений преобразуется тождественно:

$$S_{men}^* = -N_n \left[V \sigma^*(V) f_m(V) - \sqrt{V^2 + V^{*2}} \sigma^* \left(\sqrt{V^2 + V^{*2}} \right) f_m \left(\sqrt{V^2 + V^{*2}} \right) \right]$$

В). Кулоновский интеграл.

$$S_{eem} = \frac{2m+1}{2} \int_{-1}^1 P_m(\mu) d\mu v_{e0} \left[\sum_{n=0}^{\infty} P_m(\mu) \left\{ V \frac{\partial}{\partial V} \left[f_n + \frac{T_e}{m_e V} \frac{\partial f_n}{\partial V} \right] \right\} + + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \sum_{n=0}^{\infty} f_n A_n \right]$$

$$A_n = \frac{\partial}{\partial \mu} \left[(1 - \mu^2) \frac{\partial f_n(\mu)}{\partial \mu} \right]$$

$$A_n = \frac{\partial}{\partial \mu} \left[(1 - \mu^2) \frac{\partial f_n(\mu)}{\partial \mu} \right] = n(n+1) P_n(\mu) \quad - \quad \text{полиномы являются}$$

собственными функциями угловой части кулоновского интеграла, чем объясняется их использование.

Учитывая (22), (21), (19), получим:

$$\begin{aligned}
\sum_{n=0}^{\infty} \int_{-1}^1 P_n(\mu) d\mu \frac{\partial}{\partial \mu} \left[(1 - \mu^2) \frac{\partial P_n(\mu)}{\partial \mu} \right] &= - \sum_{n=0}^{\infty} \int_{-1}^1 P_n(\mu) \left[(1 - \mu^2) \frac{\partial P_n(\mu)}{\partial \mu} \right] = \\
&= \sum_{m=0}^{\infty} \frac{n(n+1)}{2n+1} \left[\int_{-1}^1 P_{n-1} dP_m(\mu) - \int_{-1}^1 P_{n+1} dP_m(\mu) \right] = \\
&= - \sum_{m=0}^{\infty} \frac{n(n+1)}{2n+1} P_m(\mu) [P_{n-1}(\mu) - P_{n+1}(\mu)] \Big|_{-1}^{+1} + \\
&+ \sum_{m=0}^{\infty} \frac{n(n+1)}{2n+1} \int_{-1}^1 P_m(\mu) [P'_{n-1}(\mu) - P'_{n+1}(\mu)] d\mu = \\
&= - \sum_{m=0}^{\infty} n(n+1) \frac{2}{2n+1} \delta_{mn} \cdot \frac{m(m+1)}{2m+1}.
\end{aligned}$$

Окончательно получим:

$$S_{eem} = v_{ee} \left\{ V \frac{\partial}{\partial V} \left[f_m + \frac{T_e}{m_e V} \frac{\partial f_m}{\partial V} \right] - \frac{m(m+1)}{2} f_m \right\}.$$

Аналогично можно записать выражение для S_{ei} .

Выпишем в явном виде уравнение для нулевой и первой поправок, считая, что $f_2 \ll f_1$ и $\frac{m_e}{m_i} \ll 1$:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial f_0}{\partial t} + \frac{V}{3} \frac{\partial f_1}{\partial S} &= \frac{q(V, S)}{4\pi} + S_{en0}^* + v_{ee} V \frac{\partial}{\partial V} \left[f_0 + \frac{T_e}{m_e V} \frac{\partial f_0}{\partial V} \right] \\
\frac{\partial f_1}{\partial t} + V \frac{\partial f_0}{\partial S} &= -v_{1en}(V) f_1 + S_{en1}^* + v_{ee} V \frac{\partial}{\partial V} \left[f_1 + \frac{T_e}{m_e V} \frac{\partial f_1}{\partial V} \right] - v_{ee}(V) f_1.
\end{aligned} \tag{25}$$

Найдём выражения для концентрации и потока электронов, учитывая ортогональность полиномов Лежандра, получим:

$$\begin{aligned}
N_e &= 4\pi \int_0^{\infty} f_0(V) V^2 dV \\
P_e^{\parallel} &= N_e u_e^4 = 2\pi \int_0^{\infty} \int_{-1}^1 \sum_{n=0}^{\infty} \mu V f_n(V) P_n(\mu) d\mu V^2 dV = \frac{4\pi}{3} \int_0^{\infty} f_1(V) V^3 dV
\end{aligned}$$

Отсюда видно, что нулевая поправка функции распределения представляет концентрацию электронов, а первая (т.е. отклонение от сферической симметрии) – поток электронов.

В уравнение для f_0 не входит интеграл упругих соударений S_{en} и часть интеграла Ландау, учитывающая диффузию по питч-углам (т.е. изменение импульса электрона), так как эти процессы не влияют на концентрацию.

А в уравнение для f_1 не входит источник, так как если $q \neq q(\mu)$, то источник не даёт вклад в поток.

Результаты и обсуждение

Для исследования и визуализации полученных зависимостей было разработано программно-моделирующее приложение. В статье проведены исследования вероятностных характеристик распределения частиц по скоростям и в пространстве, при котором поля поддерживают это распределение и определяются им. В частности на рисунке 3 представлены результаты параметрических исследований функции распределения в равновесных условиях, которая описывает распределение частиц по скоростям в равновесной плазме и называется функцией распределения Максвелла. Представленные графики построены для разных температур $T_e = 1000^\circ K$ (кривая 1 синяя) и $T_e = 2000^\circ K$ (кривая 2 красная), для следующих значений параметров, входящих в выражение (9): $N_e = 10^5 - 10^6 (см^{-3})$, $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} (кг)$, $V_e = 10^7 (см/с)$, $u_e = 10^{-1} (см/с)$.

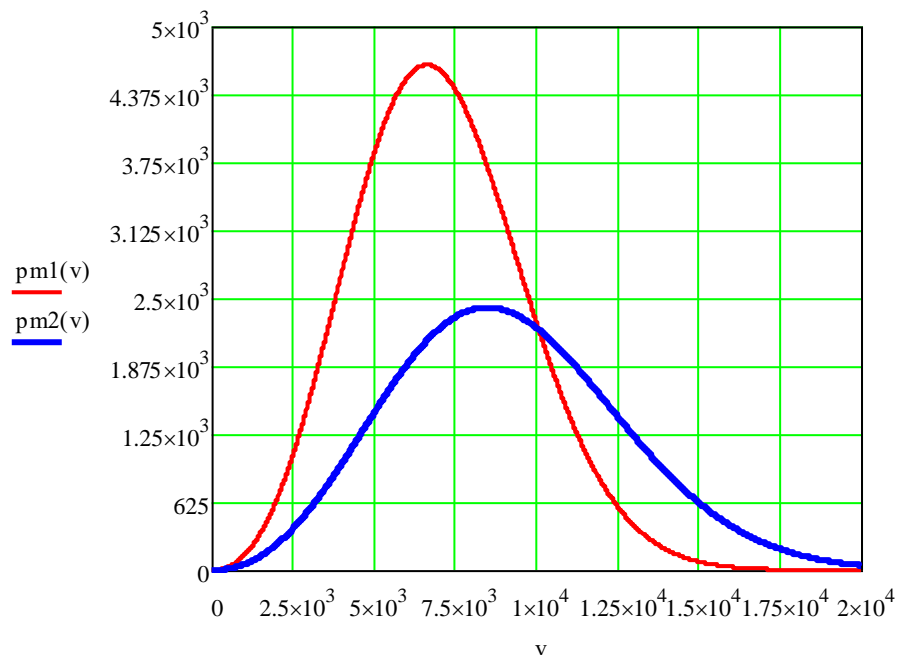


Рисунок 3 – Результаты параметрических исследований функции распределения

Заключение

Уравнения (25) для нулевой и первой поправок получены для электронов больших энергий при следующих условиях:

– скорость электронов много больше средних (тепловых) скоростей полевых частиц (электронов и ионов);

- функции распределения полевых частиц сферически симметричны;
- характеристики плазмы не зависят от азимутального угла;
- так как в уравнениях (25) не учитываются силы, то нужно, чтобы потенциальная энергия электронов в поле сил была много меньше их кинетической энергии.

В статье представлены результаты теоретических исследований плазмы ионосферы методами физической кинетики для повышения энергетического потенциала радиолиний спутниковой системы связи.

Библиографический список

- Анаров М. Ж.* Системы спутниковой связи / М. Ж. Анаров, Н. Б. Утеулиев, Б. А. Сеитов [и др.] // Решетневские чтения. 2013. Т. 1. С. 161-163. – EDN SJCILB.
- Арефьев Р. О.* Применение помехоустойчивого кодирования при обработке сообщений локальной корректирующей станции / Р. О. Арефьев, С. В. Туринцев, М. С. Туринцева // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : сборник трудов X Международной научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 октября 2021 года. – Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2021. С. 22-32. – EDN YMDPPC.
- Белозерцев А.В.* Основные направления концепции организации связи в системе спутниковой связи на низкоорбитальных спутниках-ретрансляторах / И. Н. Пантелеймонов, А. А. Монастыренко, А. В. Белозерцев [и др.] // Труды Научно-исследовательского института радио. 2021. № 1. С. 33-40. – DOI 10.34832/NIIR.2021.4.1.004. – EDN TZUYHH.
- Бриндеев А. В.* Влияние излучения систем подвижной спутниковой связи на работу авиационных приёмников глобальных навигационных спутниковых систем / А. В. Бриндеев, Е. В. Кульнев, Г. Е. Пенин, Р. В. Старший // Космонавтика и ракетостроение. 2015. № 2(81). С. 127-133. – EDN UKSSRB.
- Веденяпин В.В.* Химическая кинетика, эргодическая теория и связь гидродинамического и кинетического описания / В. В. Веденяпин, С. З. Аджиев, В. В. Казанцева, И. В. Мелихов // Материалы XII Международной конференции по прикладной математике и механике в аэрокосмической отрасли (NPNJ'2018), Алушта, 24–31 мая 2018 года. Алушта: МАИ, 2018. С. 107-108. – EDN YADFUD.
- Владимиров В. И.* Одновременное измерение мощности сигнала и мощности шума (помехи) в полосе пропускания основного канала радиоприема / В. И. Владимиров, А. А. Бубеньчиков, С. В. Сиденко // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2012. Т. 10. № 7. С. 67-73. – EDN NQLWZK.
- Межетов М. А.* Разработка виртуального прибора идентификации сигналов для системы мониторинга авиационных линий связи / М. А. Межетов, А. И. Тихова, А. А. Шалаев // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : сборник трудов X Международной научно-практической конференции, Иркутск, 14–15 октября 2021 года. Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации», 2021. С. 194-201. – EDN RDGJAS.
- Межетов М. А.* Реализация алгоритма распознавания сигналов в системе мониторинга авиационных линий связи / М. А. Межетов, А. А. Шалаев // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации : Сборник трудов XI Международной научно-

практической конференции. посвященной празднованию 100-летия конструкторского бюро "Туполев", 55-летия Иркутского филиала МГТУ ГА, 75-летия Иркутского авиационного технического колледжа, Иркутск, 13–14 октября 2022 года. Иркутск: Иркутский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Московский государственный технический университет гражданской авиации", 2022. С. 71-79. – EDN WVIACD.

Мингалев О.В. Система кинетических уравнений для описания крупномасштабных процессов в бесстолкновительной космической плазме / О. В. Мингалев, И. В. Мингалев, Х. В. Малова [и др.] // Физика плазмы. 2017. Т. 43. № 10. С. 837-849. – DOI 10.7868/S036729211710002X. – EDN ZFSGCX.

Патрикеев О. В. Повышение эффективности подавления помех при вторичной обработке шумоподобных сигналов / О. В. Патрикеев // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации России : сборник трудов Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 50-летию Иркутского филиала МГТУ ГА, Иркутск, 17–19 мая 2017 года. Иркутск: Московский государственный технический университет гражданской авиации, Иркутский филиал, 2017. С. 17-22. – EDN YQBMТY.

Серебренников Е. А. Программная модель линии цифровой связи VDL режима 2 / Е. А. Серебренников, С. В. Туринцев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. Т. 2. № 13. С. 119-121. – EDN YQWFIF.

Скрыпник О. Н. Характеристики точности мультисистемных GPS/GLONASS/Beidou приемников / О. Н. Скрыпник, Р. О. Арефьев // Авиационный вестник. 2020. № 3. С. 26-30. – EDN FGFORV.

Улуханян А. Р. Динамические уравнения теории тонких призматических тел с применением разложения по системе полиномов Лежандра / А. Р. Улуханян // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. 2011. № 3. С. 161-177. – EDN NTXAJF.

Шаповалов А. А. Натурная модель опыта Резерфорда по рассеянию альфа-частиц / А. А. Шаповалов, Л. Е. Андреева, И. А. Берлизов, И. В. Новиков // Вестник Алтайской государственной педагогической академии. 2012. № 13. С. 105-107. – EDN QAISIT.

Шелухин В. В. Гомогенизация уравнений Максвелла и дисперсия Максвелла Вагнера / В. В. Шелухин, С. А. Терентьев // Доклады Академии наук. 2009. Т. 424. № 3. С. 402-406. – EDN JVIQQJ.

Эндер А. Я. Аналитическое представление линейных ядер интеграла столкновений уравнения Больцмана для максвелловских молекул / А. Я. Эндер, И. А. Эндер // Письма в Журнал технической физики. 2011. Т. 37. № 5. С. 9-14. – EDN RCVMHF.

References

Anarov, M.Zh., Uteuliev, B. A., Seitov, N. B. (2013) Satellite communication systems *Reshetnevskie chteniya*. – Vol. 1. – pp. 161-163. – EDN SJCILB. [in Russian]

Arefyev, R. O., Turintsev, S. V., Turintseva M. S. (2021) The use of noise-resistant coding in the processing of messages from a local correction station *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya grazhdanskoj aviacii : sbornik trudov X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – pp. 22-32. - EDN YMDPPC. [in Russian]

Belozertsev, A.V., Panteleimonov, I. N., Monastyrenko, A. A. (2021) The main directions of the concept of communication organization in the satellite communication system on low-orbit repeater satellites *Trudy Nauchno-issledovatel'skogo instituta radio*. – Vol. 1. – pp. 33-40. – DOI 10.34832/NIIR.2021.4.1.004. – EDN TZUYHH. [in Russian]

Brindeev, A.V., Kulnev, E. V., Panin, G. E. (2015) The effect of radiation from mobile satellite communication systems on the operation of aviation receivers of global navigation satellite systems *Kosmonavtika i raketostroenie*. Vol. 2(81). – pp. 127-133. – EDN UKSSRB. [in Russian]

- Ender, A. J., Ender, I. A. (2011) Analytical representation of linear nuclei of the collision integral of the Boltzmann equation for Maxwell molecules *Pis'ma v Zhurnal tekhnicheskoy fiziki*. Vol. 5. – pp. 9-14. – EDN RCVMHF. [in Russian]
- Mezhetov, M. A., Shalaev, A. A. (2022) Implementation of the signal recognition algorithm in the monitoring system of aviation communication lines *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya grazhdanskoj aviacii : Sbornik trudov XI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – pp. 71-79. – EDN WVIACD. [in Russian]
- Mezhetov, M. A., Tikhova, A. I., Shalaev, A. A. (2021) Development of a virtual signal identification device for the monitoring system of aviation communication lines *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya grazhdanskoj aviacii : sbornik trudov X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – pp. 194-201. – EDN RDGJAS. [in Russian]
- Mingalev, O. V., Mingalev, I. V., Malova, H. V. (2017) A system of kinetic equations for describing large-scale processes in collisionless cosmic plasma *Fizika plazmy*. Vol. 10. – pp. 837-849. – DOI 10.7868/S036729211710002X. – EDN ZFSGCX. [in Russian]
- Patrikeev O. V. (2017) Improving the efficiency of noise suppression during secondary processing of noise-like signals *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya grazhdanskoj aviacii Rossii : sbornik trudov Vserossijskoj nauchno-tekhnicheskoy konferencii*. – pp. 17-22. – EDN YQBMTY. [in Russian]
- Serebrennikov, E. A., Turintsev, S. V. (2017) E. A. Serebrennikov, S. V. Software model of digital communication line VDL mode 2 *Aktual'nye problemy aviacii i kosmonavтики*. Vol. 13. – pp. 119-121. – EDN YQWFIF. [in Russian]
- Shapovalov, A. A., Andreeva, L. E., Berlizov, I. A., Novikov, I. V. (2012) A full-scale model of Rutherford's experiment on alpha particle scattering *Vestnik Altajskoj gosudarstvennoj pedagogicheskoy akademii*. Vol. 13. – pp. 105-107. – EDN QAISIT. [in Russian]
- Shelukhin, V. V., Terentyev, S. A. (2009) Homogenization of Maxwell's equations and Maxwell's variance –Wagner *Doklady Akademii nauk*. Vol. 3. – pp. 402-406. – EDN JVIQQJ. [in Russian]
- Skrypnik, O. N., Arefyev, R. O. (2020) Accuracy characteristics of multi-system GPS/GLONASS/Beidou receivers *Aviacionnyj vestnik*. Vol. 3. – pp. 26-30. – EDN FGFORV. [in Russian]
- Ulukhanyan A. R. (2011) Dynamic equations of the theory of thin prismatic bodies using Legendre polynomial decomposition *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Mekhanika tverdogo tela*. Vol. 3. – pp. 161-177. – EDN NTXAJF. [in Russian]
- Vedenyapin, V. V., Adzhiev, S. Z., Kazantseva, V. V., Melikhov, I. V. (2018) Chemical kinetics, ergodic theory and the relationship of hydrodynamic and kinetic description *Materialy XII Mezhdunarodnoj konferencii po prikladnoj matematike i mekhanike v aerokosmicheskoy otrasli (NPNJ'2018)*. – pp. 107-108. – EDN YADFUD. [in Russian]
- Vladimirov, V. I., Bubenchikov, A. A., Sidenko, S. V. (2012) Simultaneous measurement of signal power and noise power (interference) in the bandwidth of the main channel of the radio receiver *Informacionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy*. Vol. 7. – pp. 67-73. – EDN NQLWZK. [in Russian]

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ СООБЩЕНИЙ АЗН-В ПУТЕМ ОЦЕНКИ ВЫСОТЫ ПОЛЕТА ВОЗДУШНОГО СУДНА

*Александр Петрович Плясовских,
orcid.org/0000-0003-2250-8852,
доктор технических наук, доцент
АО «ВНИИРА»,
пр. Обуховской обороны, д. 120
Санкт-Петербург, 192012, Россия
info@vniira.ru*

*Евгений Андреевич Рубцов,
orcid.org/0000-0003-2126-0015,
кандидат технических наук
Российский университет транспорта (МИИТ),
ул. Образцова, д. 9, стр. 9
Москва, 127994, Россия
rubtsov.rut.miit@gmail.com*

*Андрей Сергеевич Калинин,
orcid.org/0000-0002-2578-2892,
ФГУП «Госкорпорация по ОрВД», Архангельский центр ОВД
филиала «Аэронавигация Северо-Запада»,
ул. Северная, д. 20
Мезень, 164751, Россия
kas4job@gmail.com*

*Владислав Юрьевич Давиденко,
orcid.org/0009-0001-9707-166X,
ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»,
филиал «Аэронавигация Северо-Запада»,
10 линия В.О., д. 53А
Санкт-Петербург, 199048, Россия
david071521@mail.ru*

Аннотация. Предложена методика подтверждения данных АЗН-В, основанная на анализе информации о высоте воздушного судна и параметрах атмосферы. Для подтверждения достоверности сообщений АЗН-В предлагается сравнивать геометрическую высоту, полученную по данным спутниковой системы навигации, с высотой, рассчитанной для реальной атмосферы (по информации от метеослужбы о давлении и температуре). Для реализации предлагаемой методики необходимы следующие входные данные: давление на уровне метеостанции, температура на уровне метеостанции и на высотах выполнения полетов и передаваемые в сообщении АЗН данные о геометрической и барометрической высотах. Установлено, что наибольшую погрешность при выполнении расчетов вносит температура на высоте полета ВС. С целью снижения влияния ошибок определения температуры предложено использование данных от метеозондов. С помощью разработанной методики выполнен расчет с использованием реальных данных о высотах, передаваемых в сообщении АЗН-В и требуемых данных от метеослужбы. Были использованы сообщения, полученные от наземной станции АЗН-В НС-1А производства АО «ВНИИРА», установленной на аэродроме Мезень. Разработанную методику предлагается применять для подтверждения данных АЗН-В на региональных аэродромах с малой интенсивностью полетов.

Ключевые слова: АЗН-В, 1090 ES, метеозонд, барометрическая высота, геометрическая высота, давление, температура, формула Лапласа, ISA.

CONFIRMATION OF ADS-B MESSAGES BY AIRCRAFT FLIGHT ALTITUDE

*Alexander P. Plyasovskih,
orcid.org/0000-0003-2250-8852,
Doctor of Technical Sciences
JSC VNIIRA,
120, Obukhovskoy Oborony av.
Saint-Petersburg, 192012, Russia
info@vniira.ru*

*Evgeny A. Rubtsov,
orcid.org/0000-0003-2126-0015,
Candidate of Technical Sciences
Russian university of transport (MIIT),
9, buid. 9, Obrazcova str.
Moscow, 127994, Russia
rubtsov.rut.miit@gmail.com*

*Andrey S. Kalintsev,
orcid.org/0000-0002-2578-2892,
State ATM Corporation of the Russian Federation, Arkhangelsk ATM center,
North-West Air Navigation branch
20, Severnaya str.
Mezen, 164751, Russia
kas4job@gmail.com*

*Vladislav Y. Davidenko,
orcid.org/0009-0001-9707-166X
State ATM Corporation of the Russian Federation, North-West Air Navigation branch,
53A, 10 Line of V. I.
Saint-Petersburg, 199048, Russia
david071521@mail.ru*

Abstract. Proposed the method for confirming ADS-B data based on the analysis of information about the aircraft altitude and atmospheric parameters. To confirm the reliability of ADS-B messages, proposed to compare the geometric height obtained from satellite navigation system data with the height calculated for the real atmosphere (based on information from the meteorological service on pressure and temperature). To implement the proposed methodology, required the following input data: pressure at the level of the weather station, temperature at the level of the weather station and at flight altitudes, and data on geometric and barometric altitudes transmitted in the ADS message. It has been established that the greatest error in the calculations is introduced by the temperature at the aircraft flight altitude. In order to reduce the influence of errors in determining the temperature, proposed to use data from weather balloons. With developed methodology, a calculation was performed using real altitude data transmitted in the ADS-B message and the required data from the meteorological service. Messages received from the ADS-B ground station NS-1A manufactured by JSC VNIIRA, which is installed at the Mezen airfield, were used. The developed methodology is proposed to be used to confirm ADS-B data at regional aerodromes with low flight intensity.

Key words: ADS-B, weather balloon, barometric altitude, geometric altitude, pressure, temperature, Laplace formula, ISA.

Введение

Автоматическое зависимое наблюдение вещательного типа (АЗН-В) отнесено Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) к перспективным технологиям наблюдения [Aeronautical Surveillance..., 2020; Global air..., 2016]. К достоинствам АЗН-В относят небольшую стоимость внедрения наземных станций по сравнению с затратами на развертывание вторичных радиолокаторов (ВРЛ) и многопозиционных систем наблюдения (МПСН). Эксплуатационная стоимость также значительно ниже. При наличии на борту высокоточных навигационных датчиков (как правило, приемников глобальных навигационных спутниковых систем – ГНСС) АЗН-В обеспечивает точность наблюдения не хуже, чем у радиолокационных средств.

Однако, в Руководстве по авиационному наблюдению ИКАО [Aeronautical Surveillance..., 2020] отмечается необходимость подтверждать достоверность получаемых от АЗН-В данных с помощью ВРЛ или МПСН. Это связано с возможностью возрастания погрешности навигации (при использовании автономных и азимутально-дальномерных систем навигации). Таким образом, необходимость подтверждения данных нивелирует экономическую привлекательность технологии АЗН-В.

Задача подтверждения данных АЗН-В без применения дополнительных средств наблюдения может быть решена с применением алгоритмических методов. В работах [Калинцев и др., 2021; Плясовских и др., 2019; Плясовских и др., 2020] были предложены методы подтверждения данных АЗН-В для обеспечения наземного движения на аэродроме и полетов в аэродромной зоне. Эти методы основаны на накоплении измерений координат воздушного судна (ВС) на станции АЗН-В с последующим статистическим анализом полученных данных.

В гражданской авиации данные о высоте ВС имеют большое значение: на их основе выполняется эшелонирование ВС и управление воздушным движением (УВД). Сообщение АЗН-В содержит информацию о горизонтальном и вертикальном местоположении ВС.

Вертикальная точность определения местоположения ГНСС значительно уступает горизонтальной. Согласно [Taib et al., 2016] погрешности при определении геометрической высоты могут превышать погрешности определения горизонтального местоположения в 3 раза. В нормальных условиях погрешность определения геометрической высоты находится в пределах 30-50 м [Taib et al., 2016]. Очевидно, что неоптимальное расположение спутников, отказ или нарушение работоспособности оборудования определения местоположения ВС приведут к большим погрешностям определения вертикального местоположения. Учитывая значение данных о высоте ВС и вероятность значительных погрешностей при определении геометрической высоты АЗН-В, можно

заклучить, что разработка методики подтверждения данных АЗН-В путем оценки высоты полета ВС является важной и актуальной задачей. Решение этой задачи сделает возможным применение АЗН-В в качестве единственного источника наблюдения, что, принимая во внимание экономическую привлекательность данной технологии, позволит снизить стоимость развертывания и эксплуатации инфраструктуры наблюдения, что согласуется с документами ИКАО по планированию развития гражданской авиации [Global air..., 2016].

В сообщении АЗН-В передаются данные о геометрической и барометрической высоте. Барометрическая высота передается в виде значения занимаемого ВС эшелона полета относительно среднего уровня моря (mean sea level, MSL). Данные о барометрической высоте передаются по показаниям бортового высотомера, являющегося независимым от системы ГНСС источником данных о высоте полета ВС. Барометрический высотомер откалиброван в соответствии с Международной стандартной атмосферой (International Standard Atmosphere, ISA), предполагающей стандартное давление на уровне моря 1013,25 гПа при 15° [Taib et al., 2016; Manual of the ICAO..., 1993]. Сообщения расширенного сквиттера о положении ВС в воздухе помимо кодированных значений широты и долготы содержат данные о геометрической высоте. Данные ГНСС о геометрической высоте представляют собой высоту над эллипсоидом в системе координат WGS-84 [Minimum operational..., 2009].

Барометрический высотомер и приемник сигналов ГНСС измеряют принципиально разные величины, однако независимость этих источников позволяет использовать измерения барометрического высотомера для проверки геометрической высоты ВС и реализовать методику подтверждения данных АЗН-В путем оценки высоты полета ВС.

Материалы и методы

Для реализации методики подтверждения данных АЗН-В путем оценки высоты полета ВС необходимы следующие исходные данные:

- 1) Прогнозные значения температуры на высотах, данные метеозонда, данные давления от метеостанции.
- 2) Высота превышения ВПП;
- 3) Данные, передаваемые в сообщении АЗН-В:
 - Барометрическая высота;
 - Геометрическая высота, координаты ВС.

Рассмотрим передаваемые значения о высоте их различия.

Геометрическая высота, передаваемая в сообщении АЗН-В [Global air..., 2016], вычисляется бортовым приемником ГНСС в системе координат WGS84. В сообщении стандарта 1090ES значение геометрической высоты передается в поле «GNSS Height (HAE)», то есть как превышение над эллипсоидом в системе координат WGS84 [Minimum operational..., 2009]. Стоит отметить, что возможны два варианта передачи геометрической высоты [Minimum operational..., 2009]:

- 1) как непосредственное значение высоты «GNSS Height (HAE)»;
- 2) как разницы между барометрической и геометрической высотами «Difference between “Baro Altitude” and “GNSS Height (HAE)”».

В обоих случаях значения геометрической высоты определяются как превышения над эллипсоидом WGS84 [Global air..., 2016].

Эллипсоид WGS84 в вертикальной плоскости в качестве приближения к MSL, согласно [Aeronautical Surveillance..., 2020], может иметь ошибки от – 100 до +70 м по отношению к геоиду (рис. 1), конкретные значения ошибок зависят от местоположения на земном шаре. Чтобы сравнить данные рассчитанной высоты для реальной атмосферы и данных о высоте полета ГНСС, их необходимо привести к одному уровню. Предлагается приводить все высоты к среднему уровню моря (MSL).

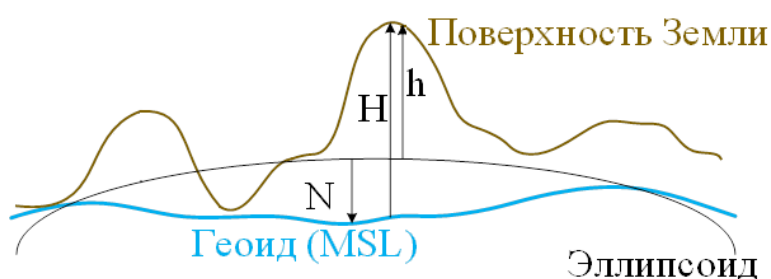


Рисунок 1 – Схематичное изображение уровней: геоида, эллипсоида WGS84 и высоты, определяемой приемником ГНСС

На рис. 1 обозначено: H – высота над геоидом, которая определяется гравитацией Земли и аппроксимируется средним уровнем моря (MSL) [Use International Standard..., s.a.]. По координатам от ВС находим волну геоида N (разность между поверхностью эллипсоида WGS84 и геоида). Для показанного на рис. 1 случая, для нахождения H нужно сложить высоту ВС над эллипсоидом h и волну геоида N в точке с координатами ВС:

$$H = h + N \quad (1)$$

В случае, если поверхность эллипсоида проходит над геоидом, необходимо для нахождения H вычесть из высоты над эллипсоидом h волну геоида N в точке с координатами ВС, которые получаем из сообщения АЗН-В:

$$H = h - N \quad (2)$$

Барометрический высотомер в кабине ВС откалиброван по геопотенциальной высоте. Таким образом, конкретной высоте (эшелону полета) соответствует определенное значение давления по стандартной атмосфере. Геопотенциальная высота выражается в геопотенциальных метрах (гп. м). Согласно документу ГОСТ 4401-81 «Атмосфера стандартная, параметры» геопотенциальная высота может быть представлена как:

$$H = \frac{\Phi}{g_c} = \frac{1}{g_c} \int_0^h g(h) dh \quad (3)$$

где H – геопотенциальная высота;

Φ – геопотенциал;

g_c – стандартное ускорение свободного падения;

$g(h)$ – ускорение свободного падения на высоте h , определяемое как:

$$g = g_c \left(\frac{r}{r + h} \right)^2 \quad (4)$$

где r – условный радиус Земли (равен 6356767 м);

h – геометрическая высота.

Таким образом, геопотенциальная высота (H) и геометрическая высота (h) преобразуются в соответствии с документом ГОСТ 4401-81 «Атмосфера стандартная, параметры»:

$$H = \frac{rh}{r + h} \quad (5)$$

$$h = \frac{rH}{r - H} \quad (6)$$

Для реализации методики подтверждения данных АЗН-В путем оценки высоты полета ВС необходимы следующие исходные данные:

- превышение метеостанции над уровнем моря – h_1 ;
- барометрическая высота полета ВС – $H_{\text{ВС}}^{\text{баро}}$;
- геометрическая высота полета ВС – $H_{\text{ВС}}^{\text{ГМ}}$;
- температура на уровне метеостанции – t_0 ;
- температура на высоте полета ВС – t_H ;
- атмосферное давление на высоте полета ВС – $P_{\text{ВС}}$;
- атмосферное давление на уровне метеостанции – P_0 .

Данные АЗН-В включают барометрическую высоту $H_{\text{ВС}}^{\text{баро}}$ и геометрическую высоту $H_{\text{ВС}}^{\text{ГМ}}$ полета ВС [Minimum operational..., 2009].

Предоставляемые метеослужбой данные включают: прогнозные и фактические значения давления P_0 и температуры t_0 и t_H , которые получают от метеосервера или от другого источника метеоданных. Барометрическую и геометрическую высоту полета получают из сообщения АЗН-В от воздушного судна. Данные о превышении ВПП (давление, приведенное к уровню порога ВПП) получают из сборника аэронавигационной информации (AIP) в разделе географические и административные данные по аэродрому.

Согласно разработанной методике, геометрическая высота воздушного судна находится как сумма высоты превышения метеостанции над уровнем моря h_1 и высоты от уровня метеостанции до ВС h_2 (рис. 2).

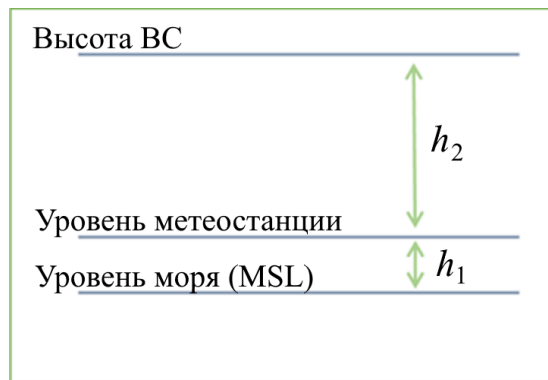


Рисунок 2 – К задаче определения геометрической высоты АЗН-В

Подтверждение достоверности данных АЗН-В осуществляют следующим образом:

1. Определяют высоту превышения ВПП над уровнем моря – h_1 с использованием сборника аэронавигационной информации (AIP).
2. Определяют фактические значения давления P_0 и температуры t_0 на уровне метеостанции. Данные получают из сводок METAR, которые обновляются каждые полчаса и содержат фактические значения давления (QFE) и температуры на уровне метеостанции.
3. Определяют барометрическую высоту полета ВС $H_{\text{ВС}}^{\text{баро}}$, значение которой содержится в сообщении АЗН-В.
4. Находят атмосферное давление $P_{\text{ВС}}$ на высоте полета ВС $H_{\text{ВС}}^{\text{баро}}$, согласно данным документа ГОСТ 4401-81 «Атмосфера стандартная, параметры». Для высот до 11 000 м давление определяется как:

$$P = P_0 \cdot \theta^{\left(\frac{g_c}{L \cdot R}\right)}, \quad (7)$$

где P_0 – давление на уровне моря (101325 Па);

L – градиент температуры в соответствии с параметрами стандартной атмосферы (0,0065 К/м);

R – газовая постоянная ($287,0531 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$);

$$\theta = T/T_0;$$

$$T = T_0 - L \cdot h;$$

T_0 – температура поверхностного слоя стандартной атмосферы (288,15 К);

h – барометрическая (геопотенциальная) высота ВС.

5. Определяют температуру на высоте полета воздушного судна t_n с использованием прогнозных значений, получаемых от метеослужбы. Прогнозные значения корректируются с использованием данных метеозонда, которые содержат фактическое значение температуры по высотам. Метеозонд запускают каждые 12 часов. Данные метеозонда находятся в открытом доступе (табл. 1) [Department of Atmospheric..., 2023]. Для их получения необходимо знать код метеостанции, от которой запускался

радиозонд, в районе, где находится ВС (например, для Архангельска и Архангельской области необходимо применять данные от метеостанции с кодом 22543). Данные о значениях температуры записываются с разной дискретностью, поэтому для получения значения температуры на искомой высоте воспользуемся выражением:

$$t = \left(\frac{H_{BC} - H_j}{H_{j+1} - H_j} \right) \cdot (t_{j+1} - t_j) + t_j, \quad (8)$$

где t – температура в градусах на высоте H_{BC} , по данным метеозонда;

H_{BC} – геометрическая высота АЗН-В, полученная с борта ВС;

H_j – ближайшее значение высоты к H_{BC} , полученное из таблицы показаний радиозонда в меньшую сторону;

H_{j+1} – ближайшее значение высоты к H_{BC} , полученное из таблицы показаний метеозонда в большую сторону;

t_j – температура, соответствующая высоте H_j , полученная по данным метеозонда;

t_{j+1} – температура, соответствующая высоте H_{j+1} , полученная по данным метеозонда.

Таблица 1 – Пример данных метеозонда для метеостанции №22543 (Архангельск)

Атмосферное давление, ГПа	Геопотенциальная высота, м	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость ветра, узлы
1000	6	2.8	91	8
974	217	1.8	92	25
925	629	-0,3	94	33
850	1301	-3,9	94	39
746	2322	-8,7	96	43
725	2545	-9,7	96	42
700	2815	-12,3	93	41
669	3156	-15,3	94	39
633	3572	-18,9	94	43
574	4297	-20,7	78	50
503	5257	-27,6	68	60
500	5300	-27,9	67	60
448	6083	-32,9	65	60
417	6581	-37,3	65	60
400	6870	-39,9	64	60
397	6921	-40,5	66	60
316	8443	-51,3	67	68

6. Рассчитывают геопотенциальную высоту полета ВС относительно уровня метеостанции $h_2^{\Gamma\P}$. С помощью барометрической формулы Лапласа:

$$h_2^{\Gamma\P} = 18400 \cdot (1 + \lambda t) \lg \frac{P_{QFE}}{P_{BC}}, \quad (9)$$

где $h_2^{\text{ГП}}$ – геопотенциальная высота ВС относительно уровня метеостанции;
 P_{QFE} – давление на уровне метеостанции;
 P_{BC} – давление в точке полета ВС;
 λ – коэффициент, равный 1/273;
 t – средняя температура слоя атмосферы.
Средняя температура слоя t рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{t_0 + t_{\text{H}}}{2} \quad (10)$$

где t_0 – температура на уровне метеостанции;
 t_{H} – температура на высоте полета ВС.

7. Рассчитывают геометрическую высоту ВС относительно метеостанции. Перевод высоты из геопотенциальной в геометрическую осуществляется в соответствии с документом ГОСТ 4401-81 «Атмосфера стандартная, параметры». Геопотенциальная высота ВС (H) и его геометрическая высота (h) преобразуются согласно (5) и (6).

8. Рассчитывают геометрическую высоту полета воздушного судна относительно уровня моря ($H_{\text{BC}}^{\text{ГМ}}$):

$$H_{\text{BC}}^{\text{ГМ}} = h_1 + h_2^{\text{ГМ}} \quad (11)$$

где h_1 – превышение метеостанции над уровнем моря;
 $h_2^{\text{ГМ}}$ – геометрическая высота от воздушного судна относительно ВПП.

9. Выполняют сравнение полученных высот $H_{\text{BC}}^{\text{ГМ}}$ и $H_{\text{ADS-B}}$. Данные АЗН-В о геометрической высоте представляют собой значения превышения над эллипсоидом в системе координат WGS84. С использованием существующих баз данных волны геоида [Calculation of Gravity..., s.a.; EGM96..., s.a.; Evaluation of the EGM96..., s.a.] выполняется приведение к уровню MSL значений геометрической высоты, получаемой из сообщения АЗН-В. При этом модуль разности вычисленных значений не должен превышать максимально допустимой погрешности измерений:

$$|H_{\text{BC}}^{\text{ГМ}} - H_{\text{ADS-B}}| < \Delta_{\text{МАКС.ДОП}} \quad (12)$$

где $H_{\text{ADS-B}}$ – приведенная к уровню MSL геометрическая высота ВС, полученная из сообщения ADS-B.

Обоснование значения максимально допустимой погрешности $\Delta_{\text{МАКС.ДОП}}$ требует проведения отдельного исследования, поэтому в данной работе примем, что отклонение между высотами $|H_{\text{BC}}^{\text{ГМ}} - H_{\text{ADS-B}}|$ не должно превышать 25% от нормы вертикального эшелонирования 300 м. Таким образом, $\Delta_{\text{МАКС.ДОП}}$ принимается равной 75 м.

Если разность высот $|H_{\text{BC}}^{\text{ГМ}} - H_{\text{ADS-B}}|$ меньше $\Delta_{\text{МАКС.ДОП}}$, в таком случае геометрическую высоту, полученную из сообщения АЗН-В, считают достоверной, а данные АЗН-В подтвержденными: их можно применять без необходимости сверки с данными других средств наблюдения. В противном случае данные о геометрической высоте сообщения АЗН-В считаются недостоверными, таким образом информации АЗН-В доверять нельзя и

необходимо либо применять иные средства наблюдения, либо процедурные методы УВД.

Результаты

Выполним процедуру подтверждения данных АЗН-В с использованием разработанной методики. В данном примере используются прогнозные значения температуры по высотам (для наглядности алгоритм коррекции температуры по данным метеозонда вынесен отдельным пунктом). Необходимо отметить, что коррекция данных температуры выполняется при поступлении данных зондирования и эти данные имеют больший, в сравнении с прогнозными значениями, приоритет. При определении температуры в точке полета ВС используется линейная интерполяция.

Рассмотрим случай полета ВС местных воздушных линий на эшелоне 060 (высота 6000 футов или 1850 м). В качестве исходных данных использовались реальные данные, полученные от наземной станции АЗН-В НС-1А производства АО «ВНИИРА», установленной на аэродроме Мезень, и данные от метеослужбы. Данные АЗН-В, полученные от бортового ответчика, включают геометрическую и барометрическую высоты. От метеослужбы получены данные QFE, температуры на уровне метеостанции и прогнозные значения температуры на различных высотах. Значения высоты превышения ВПП получены из сборника AIP. Так, для ВПП аэродрома Мезень высота превышения ВПП $H_{\text{прев}}$ составляет 16 м. Значения исходных данных представлены в табл. 2 и табл. 3.

Таблица 2 – Исходные данные, полученные от наземной станции АЗН-В НС-1А производства АО «ВНИИРА», установленной на аэродроме Мезень

Описание параметра, единицы измерения	Обозначение	Значение параметра
Геометрическая высота, передаваемая в составе сообщения АЗН-В, м	H_{geom}	1630,22
Барометрическая высота, передаваемая в составе сообщения АЗН-В, фут	H_{baro}	6025

Таблица 3 – Исходные данные, полученные от метеослужбы аэродрома Мезень

Описание параметра, единицы измерения	Обозначение	Значение параметра
Давление QFE, Па	P_{QFE}	99848
Температура на уровне метеостанции, °C	t_0	-4
Прогнозное значение для высоты 600 м, °C	t_{mz600}	-11
Прогнозное значение для высоты 1500 м, °C	t_{mz1500}	-10
Прогнозное значение для высоты 3000 м, °C	t_{mz3000}	-17

Выполним шаги расчета согласно разработанной методике:

1. Высота превышения ВПП аэродрома Мезень: $H_{\text{прев}}=16$ м.

2. Фактические значения давления и температуры на уровне метеостанции аэродрома Мезень: $P_{QFE} = 99848$ Па, $t_0 = -4^\circ\text{C}$.

3. Барометрическая высота, передаваемая в сообщении АЗН-В: $H_{\text{baro}} = 6025$ фут. Учитывая, что 1 метр равняется 3,281 фут, выразим высоту в метрах: $H_{\text{baro}_m} = 6025 / 3,281 = 1836,42$ м.

4. Атмосферное давление на высоте полета ВС находим согласно выражению (7). Учитывая, что в стандартной атмосфере давление на уровне моря P_0 составляет 101325 Па, температура поверхностного слоя стандартной атмосферы T_0 равна 288,15 К, градиент температуры L составляет 0,0065 К/м, газовая постоянная R равна $287,0531 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$, стандартное ускорение свободного падения g_c составляет $9,8067 \text{ м/с}^2$, получим:

$$P = P_0 \cdot \theta^{\left(\frac{g_c}{L \cdot R}\right)} = P_0 \cdot \left(\frac{T_0 - L \cdot h}{T_0}\right)^{\left(\frac{g_c}{L \cdot R}\right)} =$$

$$= 101325 \cdot \left(\frac{288,15 - 0,0065 \cdot 1836,42}{288,15}\right)^{\left(\frac{9,8067}{0,0065 \cdot 287,0531}\right)} = 81123 \text{ Па}.$$

5. Определим температуру на высоте полета ВС с использованием температуры на уровне метеостанции: $t_0 = -4^\circ\text{C}$ и прогнозных значений температуры: -11°C , -10°C и -17°C для высот 600, 1500 и 3000 м соответственно. Прогнозное значение температуры t_{mzInter} для высоты полета $H_{\text{BC}} = 1630,22$ м может быть получено с использованием линейной интерполяции по двум значениям температур на высотах $H_{1500} = 1500$ м и $H_{3000} = 3000$ м (рис. 3):

$$t_{\text{mzInter}} = t_{\text{mz1500}} - \frac{(t_{\text{mz1500}} - t_{\text{mz3000}}) \cdot (H_{\text{BC}} - H_{1500})}{(H_{3000} - H_{1500})} =$$

$$= -10 - \frac{(-10 + 17) \cdot (1630,22 - 1500)}{(3000 - 1500)} = -10,6^\circ\text{C}.$$

Среднее значение температуры слоя составит:

$$t = \frac{(t_{\text{mzInter}} + t_0)}{2} = \frac{-10,6 - 4}{2} = -7,3^\circ\text{C}$$

Следует отметить, что при наличии данных метеозонда, полученных для данного аэродрома или района (см. табл. 1), необходимо произвести коррекцию температур для заданных высот.

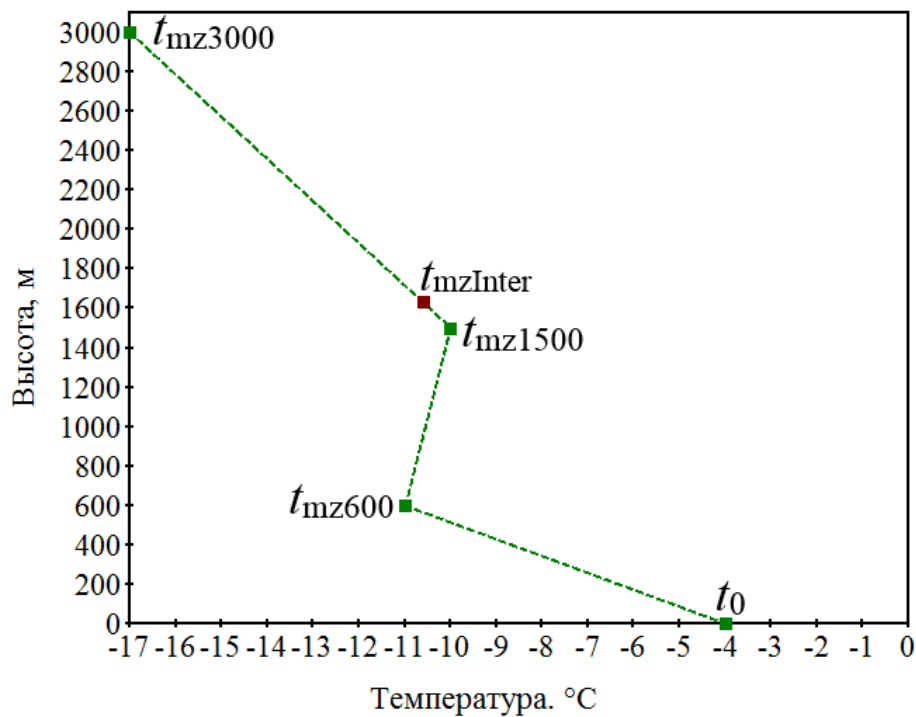


Рисунок 3 – К задаче определения прогнозного значения температуры $t_{mzInter}$ для высоты полета ВС 1630,22 м

6. Геопотенциальная высота полета ВС относительно уровня метеостанции, найденная с применением барометрической формулы Лапласа (9), составит:

$$h_2^{\Gamma\Pi} = 18400 \cdot (1 + \lambda t) \lg \frac{P_{QFE}}{P_{BC}} = 18400 \cdot \left(1 - \frac{7,3}{273}\right) \lg \frac{99848}{81123} = 1615,2 \text{ м.}$$

7. Геометрическая высота, найденная с помощью выражения (6), равна:

$$h = \frac{rH}{r - H} = \frac{6356767 \cdot 1615,2}{6356767 - 1615,2} = 1615,6 \text{ м.}$$

8. Высота превышения ВПП аэродрома Мезень составляет 16 м, следовательно, геометрическая высота полета ВС относительно уровня моря согласно выражению (11) равна:

$$H_{BC}^{\Gamma M} = h_1 + h_2^{\Gamma M} = 16 + 1615,6 = 1631,6 \text{ м}$$

9. Для сравнения рассчитанной геометрической высоты полета ВС и высоты, передаваемой в сообщении АЗН-В (равной 1630,22 м), необходимо привести значение геометрической высоты к уровню MSL согласно выражениям (1) или (2). Значение волны геоида N для рассматриваемого случая полета ВС в районе аэродрома Мезень согласно модели EGM96 [12-14] составляет 34,5 м, при этом поверхность эллипсоида проходит над геоидом, следовательно, применяя выражение (2), получим приведенное к уровню MSL значение высоты полета:

$$H = h - N = 1630,22 - 34,5 = 1595,72 \text{ м}$$

Отсюда, модуль разности высот $\Delta_{\text{МАКС.ДОП}}$ согласно (12) составит:

$$\Delta_{\text{МАКС.ДОП}} = |H_{BC}^{\Gamma M} - H_{\text{ADS-B}}| = |1631,6 - 1595,72| = 35,88 \text{ м.}$$

Этот результат меньше установленного порога 75 м. Таким образом, в рассмотренном примере данные АЗН-В подтверждаются.

Дискуссия

Проблеме совершенствования АЗН-В посвящено достаточно большое количество работ, включающих анализ характеристик линий передачи данных, методов обеспечения защиты от помех и преднамеренного вмешательства, повышения точности и достоверности передаваемой информации. Так, в работе [Сравнение пропускной..., 2020] произведено сравнение пропускной способности различных линий передачи данных, применяемых для АЗН-В. В большинстве работ анализируется линия 1090ES, являющаяся стандартом для многих стран мира, в том числе и для России. В работе [Косьянчук и др., 2019] выполнен анализ проблемы низкой защищенности линии 1090ES, а также приведены возможные варианты решения этой проблемы. В работе [Алипов и др., 2019] выполнен сравнительный анализ информации, полученной от станции АЗН-В и радиолокатора, проанализированы невязки рассматриваемых данных и было установлено, что для московского региона порядка 30% ВС имеют дополнительную среднюю ошибку измерения координат 75 м.

Задача подтверждения данных АЗН-В без применения дополнительных средств наблюдения рассмотрена в работах [Калинцев и др., 2021; Плясовских и др., 2019; Плясовских и др., 2020], предложены методы алгоритмического подтверждения данных АЗН-В для обеспечения наземного движения на рабочей площади аэродрома и в воздушном пространстве. Методы, представленные в работах [Плясовских и др., 2019; Плясовских и др., 2020], основаны на накоплении измерений координат ВС с последующим статистическим анализом полученных данных. Необходимо отметить, что в перечисленных работах речь идет об ошибках и способах подтверждения данных АЗН-В в горизонтальной плоскости.

Применительно к высотам в работе [Лебедев и др., 2015] предложен новый метод мониторинга вертикального эшелонирования ВС на основе использования АЗН-В, в предложенном методе выполняется попарное сравнение передаваемых данных АЗН для встречных ВС.

В работе [Ali et al., 2019] проанализированы характеристики барометрических и геометрических данных АЗН-В. Проведен анализ показателей качества (параметров целостности высоты), дополняющих данные о высоте ВС.

Таким образом, можно сделать вывод, что применительно к АЗН-В ведутся работы по исследованию параметров и применению данных о вертикальном положении ВС как в РФ, так и за рубежом. Проблема подтверждения данных АЗН-В, в том числе и в вертикальной плоскости, является актуальной.

Разработанная в статье методика основана на использовании данных геометрической и барометрической высот и параметрах реальной атмосферы при подтверждении данных АЗН-В. Основной вклад в погрешности

вычислений вносит температура. В методике предлагается использовать температуру, полученную методом интерполяции прогнозных данных температуры, передаваемых метеослужбой в блоке прогнозов по площадям (GAMET). Для коррекции и повышения точности температуры предлагается корректировать прогнозные значения по данным метеозондов.

Дальнейшие исследования планируется направить на повышение точности определения температуры воздуха на высоте полета ВС. Другим важным направлением является определение допустимого отклонения высот $\Delta_{\text{МАКС.ДОП}}$ при превышении которого диспетчер УВД должен получить уведомление о недостоверности получаемых данных АЗН-В. Также в дальнейшей работе планируется оценить точность разработанной методики перевода барометрической высоты ВС в геометрическую путем сравнения с данными многопозиционной системы наблюдения, как более точного средства наблюдения.

Заключение

В статье разработана методика подтверждения данных АЗН-В путем оценки барометрической и геометрической высот полета ВС. При выполнении расчетов для получения температуры использовались значения, полученные интерполяцией прогнозных значений с возможностью коррекции по данным метеозонда. Основной вклад в погрешность определения высоты полета ВС для реальной атмосферы вносит температура. Для коррекции прогнозных значений температуры на высотах выполнения полетов предложено использовать данные метеозонда.

В качестве примера применения методики, в работе выполнены расчеты с использованием реальных данных о высотах полета ВС, получаемых от станции АЗН-В НС-1А производства АО «ВНИИРА», установленной на аэродроме Мезень, а также данные, получаемые от метеослужбы. Для эшелона 060 (6050 футов) была рассчитана разность высот, составившая 35,88 м.

При выполнении расчета было установлено, что данные АЗН-В с использованием предложенной методики подтверждаются, поскольку разность высот не превосходит принятого допустимого уровня 75 м.

Предложенная методика может быть применена для подтверждения данных геометрической высоты АЗН-В ВС при выполнении полетов МВЛ.

Библиографический список

- Алипов И. В. Моделирование «тонкой» структуры вероятностного распределения невязок в показаниях АЗН-В и ВОРЛ. Некомпенсированная задержка / И. В. Алипов, В. Л. Кузнецов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2019. Т. 22. №. 4. С. 8-20. DOI 10.26467/2079-0619-2019-22-4-8-20
- Калинцев А. С. Подтверждение данных АЗН-В в аэродромной зоне методом стробирования / А. С. Калинцев, Е. А. Рубцов, А. П. Плясовских // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2021. Т. 15. № 7. С. 39-49. DOI 10.36724/2072-8735-2021-15-7-39-49.

- Косьянчук В. В. Обзор основных путей повышения безопасности системы АЗН-В / В. В. Косьянчук, Н. И. Сельвесюк, Р. Р. Хамматов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2019. Т. 22. №. 1. С. 39-50. DOI 10.26467/2079-0619-2019-22-1-39-50
- Лебедев Б. В. Исследование метода контроля вертикального эшелонирования воздушных судов на основе использования АЗН-В / Б. В. Лебедев, В. В. Соломенцев, А. Н. Стратиенко // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2015. №. 213 (3). С. 135-140.
- Плясовских А. П. Метод оценки достоверности информации АЗН-в в системе наблюдения и контроля аэродромного движения / А. П. Плясовских, Е. А. Рубцов // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета гражданской авиации. 2019. № 3(24). С. 90-102.
- Плясовских А. П. Теоретическое обоснование подтверждения достоверности информации о местоположении объекта на рабочей площади аэродрома / А. П. Плясовских, Е. А. Рубцов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2020. Т. 14. № 3. С. 32-40. DOI 10.36724/2072-8735-2020-14-3-32-40.
- Сравнение пропускной способности систем автоматического зависимого наблюдения-вещания / А. Мирошниченко, И. Татарчук, Э. Фальков [и др.] // Первая миля. 2020. №. 3(88). С. 24-29. DOI: 10.22184/2070-8963.2020.88.3.24.29.
- Aeronautical Surveillance Manual. Doc. 9924 AN/474. ICAO, 2020. 372 p.
- Ali B. S. A study on geometric and barometric altitude data in automatic dependent surveillance broadcast (ADS-B) messages / B. S. Ali, N. A. Taib // The Journal of Navigation, 2019. V. 72. №. 5. pp. 1140-1158.
- Calculation of Gravity Field Functionals on User-Defined Points // International Centre for Global Earth Models // [Электронный ресурс]. URL: <http://icgem.gfz-potsdam.de/calcpoints> (дата обращения: 29.01.2023).
- Department of Atmospheric Science // University of Wyoming // [Электронный ресурс]. 2023. URL: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> (дата обращения: 29.01.2023).
- EGM96. The NASA GSFC and NIMA Joint Geopotential Model // The Ohio state university // [Электронный ресурс]. URL: <https://cddis.nasa.gov/926/egm96/egm96.html> (дата обращения: 29.01.2023).
- Evaluation of the EGM96 Model of the Geopotential in the United States // National Geodetic Survey // [Электронный ресурс]. URL: https://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/egm96.html (дата обращения: 29.01.2023).
- Global air navigation plan 2016–2030. Doc. 9750 AN/963, Fifth Edition. ICAO, 2016. 142 p.
- Manual of the ICAO standard atmosphere. Doc. 7488/3, 1993. 305 p.
- Minimum operational performance standards for 1090 MHz extended squitter automatic dependent surveillance – broadcast (ADS-B) and traffic information services – broadcast (TIS-B). RTCA DO-260B, 2009. 1410 p.
- Taib N. A. An Analysis of Geometric Altitude Data in ADS-B Messages / N. A. Taib, B. S. Ali // Proceedings of the 2016 International Technical Meeting of The Institute of Navigation, 2016. pp. 697-704.
- Use International Standard Atmosphere model // Mathworks // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mathworks.com/help/aerobx/ug/atmosisa.html> (дата обращения: 29.01.2023).

References

- Aeronautical Surveillance Manual. Doc. 9924 AN/474. ICAO, 2020. 372 p.
- Ali B. S., Taib N. A. (2019). A study on geometric and barometric altitude data in automatic dependent surveillance broadcast (ADS-B) messages. *The Journal of Navigation*. 72(5): 1140-1158.

Alipov I. V., Kuznetsov V. L. (2019). Modeling of the "thin" structure probability discrepancy distribution in the indications of ADS-B and SSR. Uncompensated latency. *Civil Aviation High Technologies*. 22(4): 8-20. (in Russian)

Calculation of Gravity Field Functionals on User-Defined Points // International Centre for Global Earth Models // [Electronic resource]. URL: <http://icgem.gfz-potsdam.de/calcpoints> (accessed 29.01.2023).

Department of Atmospheric Science // University of Wyoming // [Электронный ресурс]. URL: <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html> (accessed 29.01.2023).

EGM96. The NASA GSFC and NIMA Joint Geopotential Model // The Onio state university // [Electronic resource]. URL: <https://cddis.nasa.gov/926/egm96/egm96.html> (accessed 29.01.2023).

Evaluation of the EGM96 Model of the Geopotential in the United States // National Geodetic Survey // [Electronic resource]. URL: https://www.ngs.noaa.gov/PUBS_LIB/egm96.html (accessed 29.01.2023).

Global air navigation plan 2016–2030. Doc. 9750 AN/963, Fifth Edition. ICAO, 2016. 142 p.

Kalintsev A. S., Rubtsov E. A., Plyasovskih A. P. (2021). Confirmation of ADS-B data in the aerodrome traffic zone by gating method. *T-Comm*. 15(7): 39-49. DOI 10.36724/2072-8735-2021-15-7-39-49. (in Russian)

Kosianchuk V. V., Selvesiuk N. I., Khammatov R. R. (2019). An overview of the main ways to improve the ADS-B system security. *Civil Aviation High Technologies*. 22(1): 39-50. (in Russian)

Lebedev B. V., Solomentchev V. V., Stratienco A. N. (2015). Analysis method of control vertical separation of aircraft on the base of ADS-B. *Civil Aviation High Technologies*. 213(3): 135-140. (in Russian)

Manual of the ICAO standard atmosphere. Doc. 7488/3, 1993. 305 p.

Minimum operational performance standards for 1090 MHz extended squitter automatic dependent surveillance – broadcast (ADS-B) and traffic information services – broadcast (TIS-B). RTCA DO-260B, 2009. 1410 p.

Miroshnichenko A., Tatarchuk I., Falkov E. [and others]. (2020). Comparison of the throughput of automatic dependent surveillance-broadcast systems. *First mile*. 3: 24-29. DOI: 10.22184/2070-8963.2020.88.3.24.29. (in Russian)

Plyasovskih A. P., Rubtsov E. A. (2019). Reliability estimation method of ADS-B information for surface movement guidance and control system. *Vestnik Saint Petersburg State University of Civil Aviation*. 3(24): 90-102. (in Russian)

Plyasovskih A. P., Rubtsov E. A. (2020). Theoretical substantiation of confirmation of the validity of information about the location of the object on the work area of the aerodrome. *T-Comm*. 14(3): 32-40. DOI 10.36724/2072-8735-2020-14-3-32-40. (in Russian)

Taib N. A., Ali B. S. (2016). An Analysis of Geometric Altitude Data in ADS-B Messages. *Proceedings of the 2016 International Technical Meeting of The Institute of Navigation*. 697-704.

Use International Standard Atmosphere model // Mathworks // [Electronic resource]. URL: <https://www.mathworks.com/help/aerotbx/ug/atmosisa.html> (accessed 29.01.2023).

АВИОНИКА, АВИАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ, ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И МЕТОДЫ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

УДК 629.7.05

ББК 39.56

DOI 10.51955/2312-1327_2023_1_134

ОПЫТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ СОВМЕЩЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНО-ВОЗДУШНОЙ СИСТЕМЫ ADIRS САМОЛЁТА А-320

*Александр Леонидович Кивокурцев,
orcid.org/0000-0002-3124-3019,
кандидат технических наук
Московский государственный технический
университет гражданской авиации
(Иркутский филиал),
ул. Коммунаров, д. 3.
Иркутск, 664047, Россия
kivokurtsev_al@mail.ru*

*Олег Аркадьевич Соколов,
orcid.org/0000-0002-2669-4341,
кандидат технических наук
Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации,
ул. Пилотов, д. 38.
Санкт-Петербург, 196210, Россия
sokolov_o_a@mail.ru*

*Александр Юрьевич Юрин,
orcid.org/0000-0001-9089-5730,
кандидат технических наук, доцент
Институт динамики систем и теории управления
имени В.М. Матросова СО РАН,
ул. Лермонтова, д. 134.
Иркутск, 664033, Россия
iskander@icc.ru*

Аннотация. В статье представлен опыт технической эксплуатации совмещенной инерциально-воздушной системы ADIRS как на реальных ВС в авиакомпаниях, так и на процедурном тренажере при проведении практики «Тренажерная подготовка» в ВУЗе. Рассмотрены особенности построения системы ADIRS, показана её центральная роль в составе интегрированного комплекса бортового оборудования, как основного источника пилотажно-навигационной информации. Основным методом технической эксплуатации рассматриваемой системы является техническая эксплуатация по состоянию до появления опасного отказа, влияющего на безопасность полетов.

Путем натурных экспериментов, основанных на анализе работоспособности системы в реальных условиях, приводятся характерные отказы, рассматриваются нештатные ситуации, возможность реконфигурации системы. При наличии процедурного

тренажера рассматривается экспериментальная возможность изучения особенностей эксплуатации системы, отработки методики выявления и устранения некоторых отказов.

В статье предлагается при обучении авиационных специалистов использовать непрерывную систему подготовки, состоящую из трех этапов. Первый этап – обсуждение особенностей построения, опыта технической эксплуатации изучаемых систем на локальной групповой научно-практической конференции. Второй – отработка практических заданий по изучаемым системам на процедурном тренажере. Третий – выполнение работ по технической эксплуатации систем на реальном ВС.

Ключевые слова: Air Data Inertial Reference System (ADIRS), Air Data Reference (ADR), Inertial Reference (IR), совмещенная инерциально-воздушная система, бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС), система воздушных сигналов (СВС), опыт технической эксплуатации, техническая эксплуатация по состоянию, обучение авиационных специалистов, непрерывная система подготовки.

THE EXPERIENCE OF TECHNICAL OPERATION OF AIR DATA INERTIAL REFERENCE SYSTEM OF A-320 AIRCRAFT

*Alexander L. Kivokurtsev,
orcid.org/0000-0002-3124-3019,
Candidate of Technical Sciences
Moscow State Technical
University of Civil Aviation
(Irkutsk branch),
st. Kommunarov, 3.
Irkutsk, 664047, Russia
kivokurtsev_al@mail.ru*

*Oleg A. Sokolov,
orcid.org/0000-0002-2669-4341,
Candidate of Technical Sciences
St. Petersburg State University of Civil Aviation,
st. Pilotov, 38.
St. Petersburg, 196210, Russia
sokolov_o_a@mail.ru*

*Alexander Yu. Yurin,
orcid.org/0000-0001-9089-5730,
Candidate of Technical Sciences, associate professor
Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory
of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (ISDCT SB RAS),
st. Lermontov, 134
Irkutsk, 664033, Russia
iskander@icc.ru*

Abstract. The article presents the experience of technical operation of the air data inertial reference system (ADIRS) both on real aircraft in airlines and on a procedure trainer during the "Simulator training" practice at a university. The features of the ADIRS construction are considered, its central role as the main source of flight and navigation information in the composition of the integrated onboard complex is shown. The main method of technical operation of the system under consideration is "on-condition" operation, i.e. operation until a dangerous failure occurs that can affect flight safety.

Through full-scale experiments based on the analysis of the system performance in real conditions typical failures are shown, emergency situations and possibility of system reconfiguration are considered. In the presence of a procedure trainer it is possible through experiments to study the features of the system operation, to develop a methodology for identifying and eliminating some failures.

The article proposes to use a continuous training system, consisting of three stages, when training aviation specialists. The first stage is a discussion of the construction features, the experience of technical operation of the systems under study at a local scientific and practical conference. The second is performing practical tasks for the systems under study on a procedure trainer. The third is conducting the technical operation work on the real aircraft systems.

Keywords: Air Data Inertial Reference System (ADIRS), Air Data Reference (ADR), Inertial Reference (IR), strapdown inertial navigation system (SINS), technical operation experience, “on-condition” technical operation, aviation specialists’ training, continuous training system.

Введение

Самолет А-320, впервые увидевший свет в далеком 1988 году, оказался настолько удачной с технической и коммерческой точки зрения моделью, что активно эксплуатируется и по сей день. В свое время эти самолеты сделали большой прорыв в области пассажирских перевозок и задали высокий стандарт эргономичности, комфорта и эффективности технической эксплуатации. На самолете впервые внедрены электродистанционная система управления, ручка управления полетом, цифровая система управления двигателями, бортовая система сбора и локализации отказов, многофункциональный пульт управления самолетом и контроля бортового оборудования, электронная система индикации, электронный пульт управления оборудованием пассажирской кабины и другие системы. Все системы на борту интегрированы в единый комплекс бортового оборудования [Писаренко, 2017].

Базовой системой пилотажно-навигационного контура, интегрированного комплекса бортового оборудования самолетов семейства А-320 является совмещенная трехканальная отказоустойчивая инерциально-воздушная система ADIRS (Air Data Inertial Reference System). Эта система предоставляет основные воздушные параметры и информацию о пространственной ориентации, навигационных данных системам самолета. Система ADIRS является автономной системой, но имеет существенный недостаток – с течением времени имеет большие погрешности определения выходных параметров, поэтому она комплексируется с радиотехническими системами, используя при этом алгоритмы комплексной обработки данных¹³.

Одним из эффективных подходов по изучению данной системы является обобщение опыта ее эксплуатации и использование процедурных тренажеров. Подготовка авиационных специалистов на тренажере позволяет

¹³ Бабич О. А. Обработка информации в навигационных комплексах. М.: Машиностроение, 1991. 512 с.

Мелешко В. В. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы: учебное пособие. / В. В. Мелешко, О. И. Нестеренко. Кировоград: ПОЛИМЕД-Сервис, 2011. 164 с.

повысить её эффективность, минимизировать негативное влияние человеческого фактора на всех этапах эксплуатации, что способствует обеспечению безопасной эксплуатации ВС. При разработке рабочих программ, информационно-обучающих комплексов должны учитываться требования к специалистам по техническому обслуживанию и обеспечению полетов воздушных судов, указанные в Федеральных авиационных правилах (ФАП-147), европейских стандартах обучения специалистов по ТО, изложенных в EASA (PART 66), а также документы Международной организации гражданской авиации (ICAO) и корпорации ARINC [Голосеева, 2022; Далецкий, 2010; Кузнецов, 2014; Кузнецов, 2015].

Анализ источников, посвященных изучению и использованию опыта технической эксплуатации бортового оборудования, в частности инерциально-воздушных систем, показывает ограниченность информации в данной области. Так в статье Кириллова А. В., Воронина В. В. «Особенности технического обслуживания и ремонта Airbus A320» отмечается, что самолеты семейства А-320 хороши с точки зрения технического обслуживания, но при этом не уделяется внимания анализу конструктивно-производственных недостатков. В статье анализируются «хронические» дефекты при выполнении тяжелых форм технического обслуживания, проблемы эксплуатации при оперативном техническом обслуживании не рассматриваются. По вопросам технической эксплуатации авионики даются отдельные рекомендации по работе с электропроводкой, покраской антенн и отключению Flight Augmentation computer (FAC) – блока устойчивости и управляемости САУ полетом при отработке технологии уборки/выпуска механизации [Кириллов и др., 2020].

В статье Кивокурцева А.Л. анализируются особенности технической эксплуатации интегрированных комплексов бортового оборудования (ИКБО) современных самолетов, рассматриваются основные характеристики эффективности технической эксплуатации для некоторых отечественных и зарубежных самолетов. Оценивается эксплуатационная надежность ИКБО самолетов семейства Ту-204. Даются рекомендации по особенностям изучения и эксплуатации комплекса бортового оборудования самолетов Ту-204, рассматриваются перспективы создания отказоустойчивых структур авионики и возможность их эксплуатации по состоянию [Кивокурцев, 2012].

Особенности эксплуатации авионики самолетов иностранного производства в условиях низких и особо низких температур Крайнего Севера, Сибири и Якутии затрагивались в публикациях Горбунова В. П. В статье отмечается, что эксплуатация большинства современных цифровых самолетов в соответствии с руководством по летной эксплуатации ограничивается температурой – 40⁰ С, поэтому необходимо избегать длительных стоянок, а в случае глубокой заморозки самолета использовать внешние подогревательные средства. Другие вопросы технической эксплуатации бортового оборудования не рассматриваются [Горбунов, 2015].

Поэтому, целью данной работы является – изучение и анализ опыта технической эксплуатации инерциально-воздушной системы ADIRS в

реальных условиях и на процедурном тренажере. Материал статьи может быть использован для формирования практических рекомендаций по модернизации отечественных и созданию новых бортовых систем ВС, а также по подготовке авиационных специалистов в ВУЗах и авиакомпаниях.

Материалы и методы

Для изучения и анализа опыта технической эксплуатации системы ADIRS используются электронные ресурсы: отчеты межгосударственного авиационного комитета (МАК) по результатам расследования авиационных происшествий воздушных судов семейства А-320, письма Росавиации с информацией по безопасности полетов, материалы научно-практических конференций, материалы Центральной нормативно-методической библиотеки гражданской авиации (ЦНМБ ГА). В ЦНМБ ГА размещаются документы, относящиеся к эксплуатации и летной годности воздушных судов, эксплуатации и техническому обслуживанию аэродромных средств и оборудования, а также национальные стандарты, приказы, распоряжения, инструктивные материалы и т. д. [Кирпичев и др., 2010].

Для отработки технологии технической эксплуатации изучаемой системы, в том числе осмотра, контроля работоспособности, поиска, устранения неисправностей, а также анализа функционирования в полете изучаемой системы, используется процедурный тренажер самолета А-320 со специализированным программным обеспечением.

Основными методами исследования инерциально-воздушной системы являются методы структурного анализа, методы резервирования сложных систем, методы воздушной навигации.

Методом технической эксплуатации рассматриваемой системы является техническая эксплуатация по состоянию до появления опасного отказа, влияющего на безопасность полетов. Данный метод обеспечивает эффективность технической эксплуатации, заданный уровень безопасности и регулярности полетов¹⁴.

Анализ и результаты

Особенности построения системы ADIRS

Основными компонентами ADIRS являются три блока ADIRU (Air Data Inertial Reference Unit), которые обеспечивают экипаж данными об ориентации и навигации в соответствии с получаемыми входными сигналами и командами управления.

Каждый ADIRU представляет собой комбинацию вычислителя системы воздушных сигналов (СВС) и вычислителя бесплатформенной инерциальной навигационной системы (БИНС), реализованные в одном блоке, но на разных платах. СВС реализует функцию определения воздушных параметров, БИНС

¹⁴ Воробьев В. Г. Техническое обслуживание и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов: учебное пособие / В. Г. Воробьев, В. Д. Константинов. М.: МГТУ ГА, 2007. 472 с.

реализует функцию определения ориентации, курса и местоположения ВС. Каждая часть изолирована от других и передает независимую информацию, в случае отказов отдельных каналов подсистем возможна их реконфигурация. Несмотря на это, ADIRS самолетов A320 имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при ее эксплуатации¹⁵

Пульты управления и реконфигурации системы ADIRS представлены на рисунке 1.

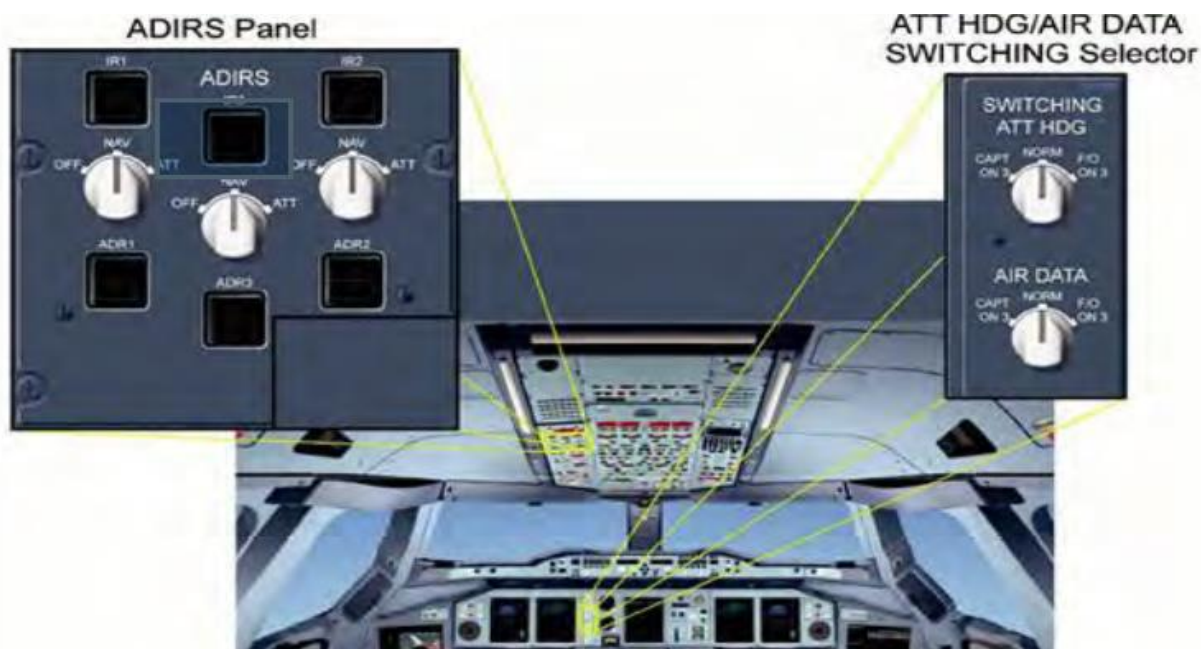


Рисунок 1 – Пульты управления и реконфигурации системы ADIRS,
 Источник: <https://www.repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Aviacionnoe-i-radioelektronnoe-oborudovanie-vozdushnyh-sudov-grazhdanskoi-aviacii-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-v-3-kn-Kn-1-Sistemy-elektr-54312>

На рисунке 2 представлена структурная схема системы ADIRS и её взаимодействие с пультами и системами комплекса бортового оборудования [Сизых, 2021].

¹⁵ Коптев А. Н. Авиационное и радиоэлектронное оборудование воздушных судов гражданской авиации: электронное учебное пособие. / А. Н. Коптев. Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им.С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). Самара, 2011. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Aviacionnoe-i-radioelektronnoe-oborudovanie-vozdushnyh-sudov-grazhdanskoi-aviacii-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-v-3-kn-Kn-1-Sistemy-elektr-54312> (дата обращения: 30.10.2022)

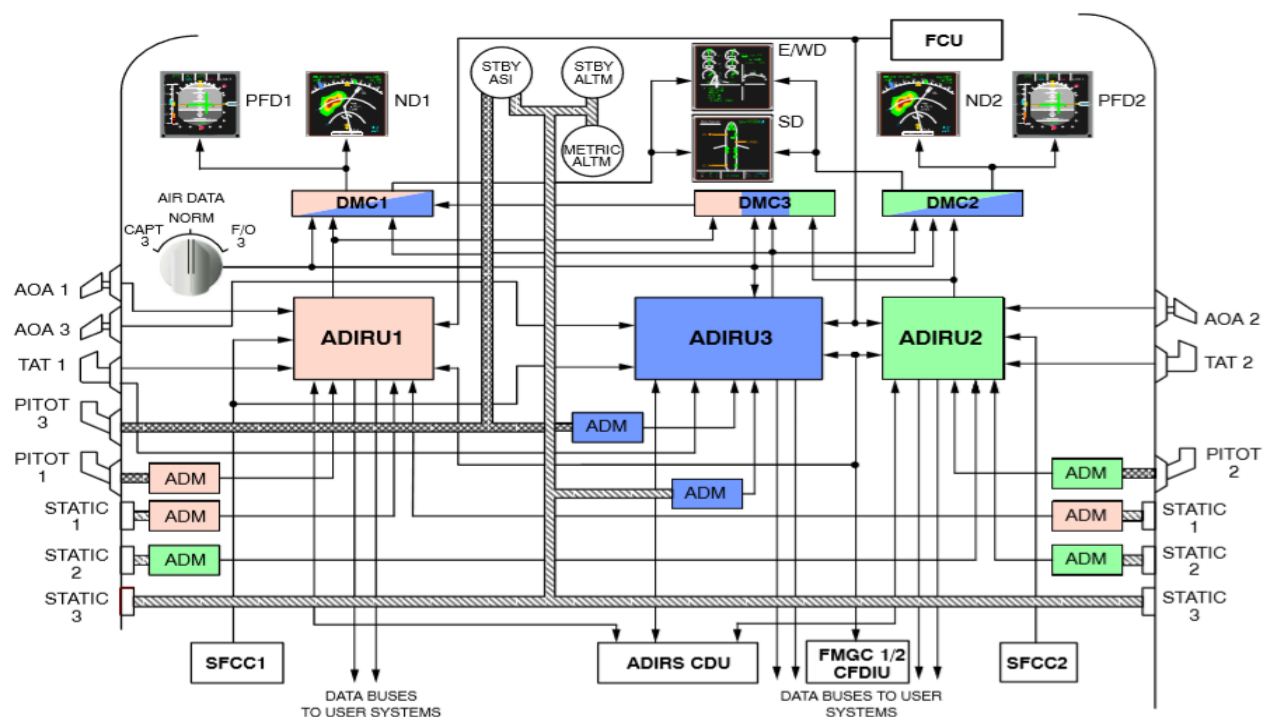


Рисунок 2 – Структурная схема системы ADIRS

Рассмотрим особенности построения CBC. Это автономная система, состоящая из датчиков первичных аэродинамических параметров, вычислителя и указателей. Она выдает первичные параметры, параметры движения и производные от них.

К первичным параметрам CBC-части ADIRU относятся:

- полное и статическое давления;
- температура торможения;
- местные углы атаки.

К параметрам движения BC, вычисляемых с помощью CBC-части ADIRU, относятся:

- приборная скорость;
- истинная скорость;
- число Маха;
- вертикальная скорость;
- высота;
- температура наружного воздуха (температура неподвижного воздуха).

CBC имеет три канала измерения параметров полета. В состав каждого из трех каналов входят приемники полного (PITOT) и статического (STATIC) давлений и связанные с ними модули воздушных сигналов (ADM – Air Data Module), датчики температуры торможения (TAT Sensor – Total Air Temperature Sensor), датчики угла атаки (AOA Sensor – Angle of Attack Sensor).

Конструктивно АДМ (все, кроме резервной линии) установлены над приемниками давлений таким образом, чтобы их пневматическое соединение было направлено вниз. Это позволяет самоосушать воздушные трубопроводы АДМ, избавляя от необходимости установки дополнительных влагоотстойников.

ADIRU получает данные от приемников полного и статического давления через АДМ. После этого СВС-часть ADIRU обрабатывает данные, полученные от датчиков и АДМ для вычисления необходимых параметров и их выдачи в системы-потребители¹⁶

Рассмотрим особенности построения БИНС. В основе построения ИНС лежит метод счисления пути. Суть его состоит в том, что сигналы измерителей скорости или ускорения, оси чувствительности которых удерживаются в заданной системе координат, интегрируются. Интегралы скорости соответствуют приращениям пути, интегралы ускорений соответствуют приращениям скорости. Складывая значения приращений с начальными значениями пути или скорости, получают текущие значения пройденного пути и скорости. В БИНС, в отличие от платформенных ИНС, вместо гиростабилизированной платформы используют блок гироскопов и акселерометров с вычислителем. Гироскопы с акселерометрами (блок инерциальных чувствительных элементов) при этом устанавливаются жестко на борту (в нашем случае блок инерциальных ЧЭ встроены прямо в ADIRU).

Каждый блок инерциальных ЧЭ содержит три лазерных гироскопа и три акселерометра, определяющих угловые скорости и линейные ускорения соответственно. Датчики первичной информации современных БИНС имеют интегральный характер выходной информации, представляются в виде квазикоординат. Полученные данные преобразуются в местные вертикальные координаты и объединяются воздушными параметрами от СВС-части для вычисления следующих параметров:

- местоположения (широты, долготы);
- ориентации (тангажа, крена, рысканья);
- истинного и магнитного курсов;
- скорости и направления ветра;
- линейной скорости, ускорения и угловых скоростей самолета;
- высоты над уровнем моря.

¹⁶ Коптев А. Н. Авиационное и радиоэлектронное оборудование воздушных судов гражданской авиации: электронное учебное пособие. / А. Н. Коптев. Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им.С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). Самара, 2011. [Электронный ресурс] - URL: <https://www.repo.ssau.ru/handle/Uchebnye-posobiya/Aviacionnoe-i-radioelektronnoe-oborudovanie-vozdushnyh-sudov-grazhdanskoi-aviacii-Elektronnyi-resurs-elektron-ucheb-posobie-v-3-kn-Kn-1-Sistemy-elekt-54312> (дата обращения: 30.10.2022)

Каждый ADIRU вычисляет выходные параметры лазерного гироскопа и акселерометра для передачи данных БИНС потребителям¹⁷ [Savage,1998a; Savage,1998b; Кивокурцев, 2017].

Схема обработки данных БИНС представлена на рисунке 3 [Кивокурцев, 2016].

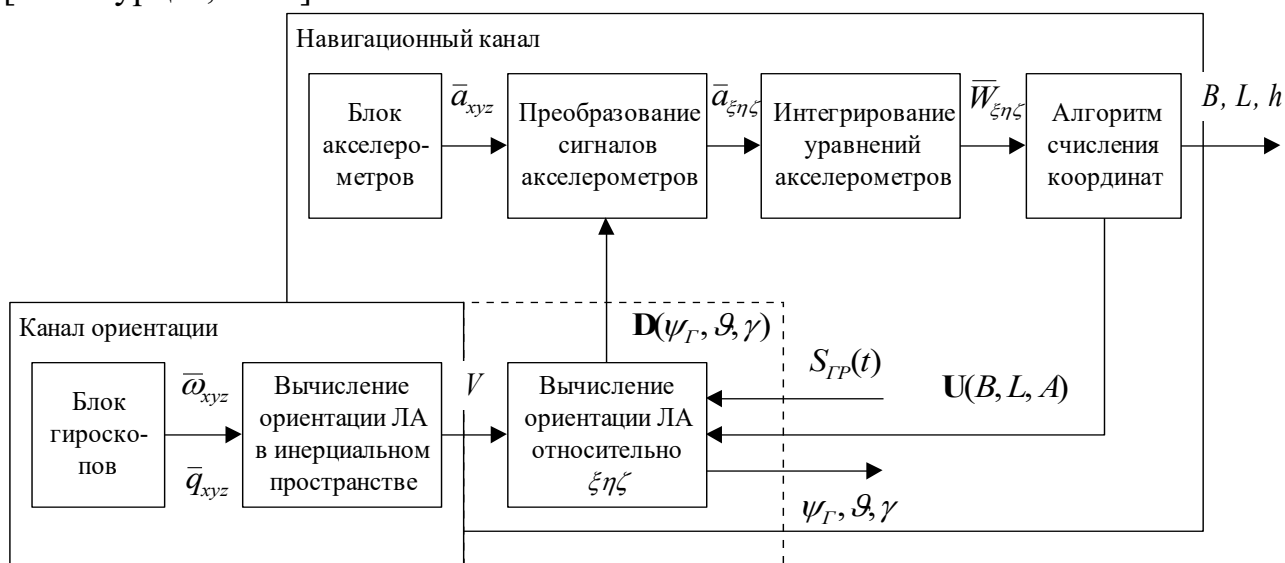


Рисунок 3 – Схема обработки данных БИНС

Техническая эксплуатация по состоянию системы ADIRS

При технической эксплуатации по состоянию при отказах изделий допускается эксплуатация ВС, необходима оперативная информация о надежности изделий, устанавливаются допустимые пределы надежности, наличие индикации об отказах и высокая эксплуатационная технологичность изделий. Система ADIRS имеет разбиение на подсистемы и трехканальное построение, отказ одного изделия из трех является безопасным. Отказ двух каналов из трех можно считать границей безопасности полетов, но учитывая малую вероятность данного события за один полет и возможность реконфигурации системы, данная схема является очень эффективной в эксплуатации¹⁸ [Кивокурцев, 2012].

Организационные структуры эксплуатационных предприятий в своем составе могут иметь специальную группу технического состава (Ground handling check staff), которая осуществляет несложную часть наземного обслуживания самолетов: установку колодок под колеса после заруливания самолета на стоянку, подключение наземного источника питания, надевание чехлов и установку заглушек на приемники воздушных давлений и воздухопроводы, открытие (закрытие) дверей грузовых отсеков, заправку самолетов топливом, водой и очистку системы отходов, обеспечение

¹⁷ Бабич О. А. Обработка информации в навигационных комплексах. М.: Машиностроение, 1991. 512 с.

Мелешко В. В. Бесплатформенные инерциальные навигационные системы: учебное пособие. / В. В. Мелешко, О. И. Нестеренко. Кировоград: ПОЛИМЕД-Сервис, 2011. 164 с.

¹⁸ Воробьев В. Г. Надежность и эффективность авиационного оборудования: учеб. для вузов / В. Г. Воробьев, В. Д. Константинов. М.: Транспорт, 1995. 249 с.

обогрева салонов. Эта группа выполняет внешний осмотр самолета с целью визуального определения возможных повреждений и неисправностей планера и систем. Перечень работ этой части ТО излагается в специальных «Листах наземного визуального контроля (Ground Handling check list)».

Вторая группа технического состава (группа «бортовиков») выполняет линейное ТО – более квалифицированные работы по ТО бортовых систем, связанные с контролем их работоспособности, анализом, поиском и устранением отказов. Перечень обязательных работ дается в соответствующих листах контроля линейного технического обслуживания (Line maintenance check lists). При этом некоторые работы по контролю, выполняемые одной группой, дублируются перечнем работ и второй группы.

В некоторых авиакомпаниях такое деление на группы обслуживания может отсутствовать – тогда полное ТО выполняет единая группа специалистов.

При внешнем осмотре специалист по авионике (А и РЭО) контролирует состояние приемников статического и динамического давлений, приемников температуры торможения воздуха системы ADIRS, а также состояние радиоантенн, контролирует наличие запаса кислорода в кислородном баллоне.

В процессе осмотра специалист выясняет у экипажа наличие замечаний, просматривает бортовой журнал (TLB-Technical Logbook), выписывая оттуда записи возможных замечаний; выполняет распечатку с бортового компьютера ошибок и сбоев во время полета; проверяет освещение в кабине экипажа.

Если при осмотре обнаружена неисправность, то оценивается возможность ее устранения за время до очередного вылета по расписанию. При наличии этого времени, соответствующей квалификации технического состава и наличии запасного фонда неисправность устраняется.

Если же соответствующие условия отсутствуют, инженер (начальник смены) определяет, входит ли отказавшее изделие в перечень минимального оборудования (MMEL), при исправности которого самолет может выполнять полет. Если отказавшее изделие не входит в этот перечень, не дается разрешение на полет. Описанная выше методика представлена на рисунке 4¹⁹.

¹⁹ Воробьев В. Г. Техническое обслуживание и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов: учебное пособие / В. Г. Воробьев, В. Д. Константинов. М.: МГТУ ГА, 2007. 472 с.

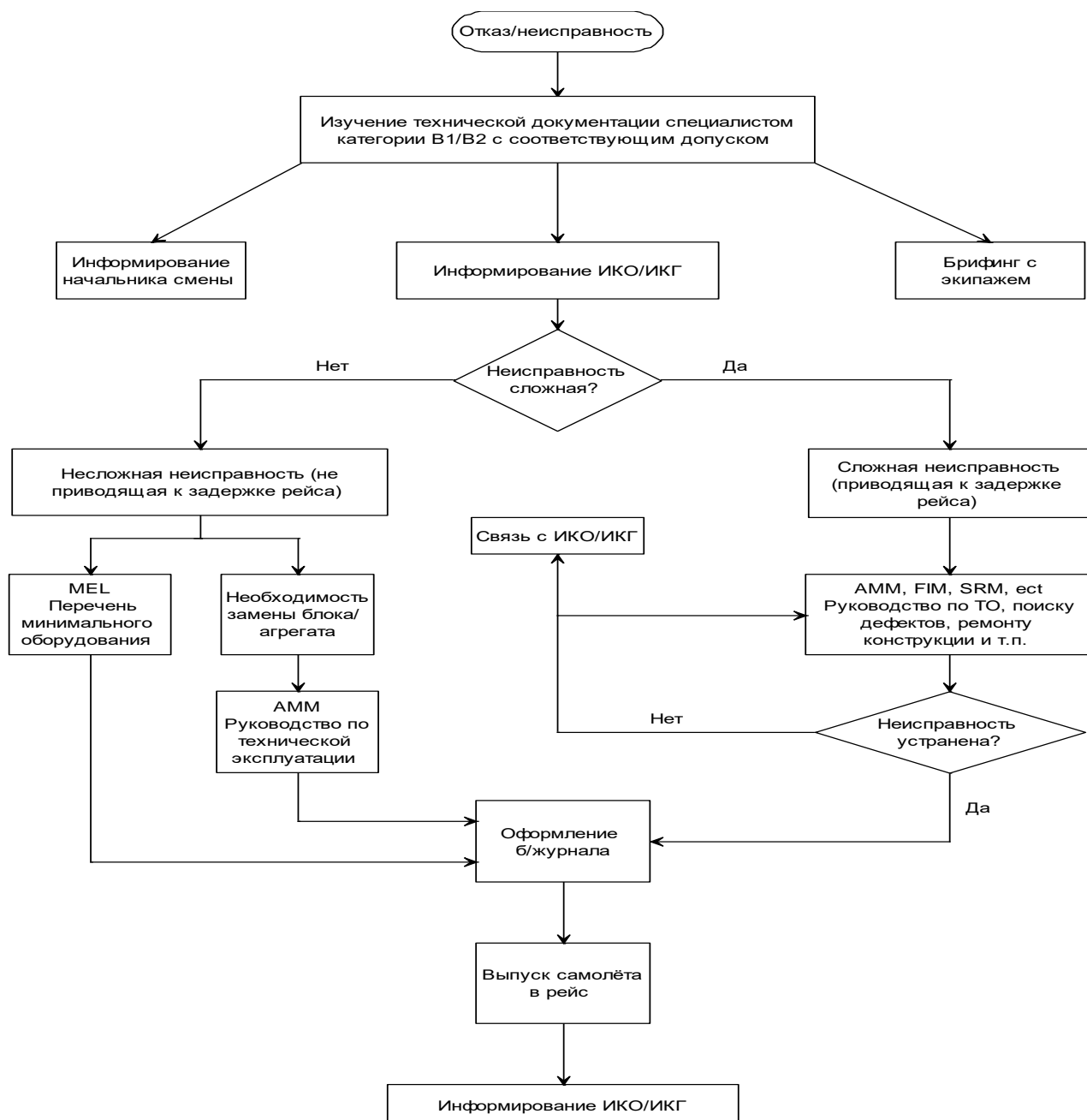


Рисунок 4 – Методика устранения отказов при выполнении оперативного ТО

Опыт технической эксплуатации воздушной подсистемы ADIRS

Как было отмечено ранее, система ADIRS самолета A320 имеет в своем составе три ADIRU, которые, в свою очередь, представляют собой блоки с двумя изолированными вычислителями (CBC и БИНС) каждый, что в совокупности обеспечивает высокую степень резервирования. Кроме того, сами по себе вычислители CBC и БИНС являются достаточно надежными.

Несмотря на то, что вычислители ADIRS отказывают крайне редко, у данной системы есть свое «слабое место» – датчики и приемники воздушных сигналов, а именно – их противообледенительная защита и обогрев.

Перед включением питания на самолете, снимаются защитные чехлы, проверяется состояние датчиков воздушной подсистемы ADIRS, если на датчиках есть вмятины и повреждения, то данная неисправность устраняется

путем их замены. После включения системы индикации, включения ADIRS на комплексном индикаторе пилотажной информации PFD контролируются текущие воздушные параметры ВС, представленные на рисунке 5. На козырьке приборной доски выставляется текущее барометрическое давление аэродрома, на пульте MCDU перед взлетом в соответствующем меню выставляются расчетные воздушные скорости, согласно загрузке самолета.

На процедурном тренажере «FAROS A-320» используются программные модули AIRBUS LMS и AirN@v. Данные программы позволяют изучать особенности построения бортовых систем и технологию их обслуживания [Сизых, 2021].



Рисунок 5 – Контроль воздушных и инерциальных параметров пилотажной информации ВС на индикаторе PFD процедурного тренажера «FAROS A-320»

На тренажере возможна частичная реализация функционирования воздушной подсистемы ADIRS, например, не реализована возможность замены отказавшего блока данной системы или проверки электропроводки на ВС. Основные неисправности воздушной подсистемы ADIRS, представленные на тренажере, приведены на рисунке 6 [Сизых, 2021].

С наступлением осенне-зимнего периода эксплуатации ВС возрастает риск авиационных происшествий, связанных с наземным обледенением (нарушение концепции чистого самолета), обледенением в полете, а также

нарушением правил эксплуатации противообледенительной системы²⁰. Поэтому в этот период крайне важно соблюдать все инструкции по защите судов от обледенения.

К наиболее серьезным рискам в период осенне-зимней эксплуатации относятся риски, связанные с попаданием ВС в сложные метеоусловия, а также риски, связанные с неисправностью пилотажно-навигационного оборудования.

Например, 28.12.2019 в аэропорту Екатеринбург (Кольцово) произошел авиационный инцидент с самолетом A320 VP-BQW. Подготовка самолета к полету и взлет выполнялись в условиях слабого ливневого снега. Ко времени прибытия экипажа самолет был покрыт снегом. Удаление снега проводилось методом обдува сжатым воздухом, противообледенительная обработка была проведена с применением жидкостей типа I и IV. Согласно объяснительной записке выпускающего авиатехника, он не обнаружил лед на передней части фюзеляжа. Время от начала противообледенительной обработки до взлета составило 28 мин, что не превысило времени защитного действия противообледенительной жидкости (40 мин).

Во время первоначального набора высоты, после взлета, произошло срабатывание сигнализации о расхождении данных от систем воздушных сигналов с переходом системы управления в альтернативный режим функционирования. Члены экипажа самолета обнаружили расхождение данных о скорости у КВС и второго пилота.

Причиной авиационного инцидента, связанного с рассогласованием показаний скорости, явилось неудаление наземным персоналом снега с передней части фюзеляжа, что привело к его таянию и образованию наростов льда непосредственно перед приемниками полного давления самолета во время руления.

Наиболее часто условия наземного обледенения имеют место при температурах наружного воздуха от 0 до –10 градусов С. Наземное обледенение, возникающее вследствие переохлажденного дождя или мороси при более низкой температуре, весьма редкое явление.

Противообледенительная обработка ВС производится исходя из метеоусловий аэропорта:

- при подготовке ВС к вылету;
- при подготовке ВС к резервированию рейсов;
- при подготовке к дефектации планера или ТО ВС.

Поверхность самолета (в случае загрязнения снегом, льдом или слякотью) должна быть обработана перед тем, как будет выдано разрешение на вылет. В условиях продолжающихся осадков, когда есть риск обледенения самолета перед вылетом, должна производиться противообледенительная защита.

²⁰ Информация по безопасности полетов № 23¹ // Письмо Росавиации от 07.12.2021 [Электронный ресурс] - URL: <https://www.ppt.ru/docs/pismo/rosaviatsiya/n-iskh-44420-02-259265> (дата обращения: 30.09.2022).

В случае, если требуется произвести и процедуры по удалению обледенения и процедуры по защите ВС от обледенения, данные работы могут быть произведены в один (только обработка ПОЖ) или в два этапа (удаление СНО и обработка ПОЖ).

Выбор метода обработки зависит от погодных условий, оборудования, имеющихся в наличии спец. жидкостей, состояния поверхности ВС (наличия снега, льда, слякоти или инея) и достигаемого времени защитного действия. Когда используется одноступенчатая процедура, то удаление обледенения и противообледенительная защита производятся сразу.

Кроме того, важно отметить, что перед обработкой ПОЖ необходимо установить чехлы и заглушки на все приемники и датчики системы воздушных сигналов во избежание их выхода из строя из-за попадания на них ПОЖ.

Также необходимо в ходе выполнения регламентных работ проверять работоспособность обогрева всех приемников и датчиков СВС, при проверке обогрева все чехлы и заглушки должны быть убраны.

Опыт технической эксплуатации инерциальной подсистемы ADIRS

Включение системы ADIRS на пульте управления осуществляется после включения питания на самолете, системы индикации. На этапе включения и подготовки ADIRS к работе выполняется выставка БИНС, которая занимает по времени от 7 до 10 минут. В данном случае исключаются все работы на самолете, необходимо обеспечить его неподвижность. В процессе выставки в БИНС вводятся начальные координаты стоянки ВС, здесь выбирается режим ввода известных координат вручную или по сигналам спутниковой радионавигационной системы (СРНС). Последний способ является приоритетным. Возможно, этим обусловлено отсутствие для БИНС на процедурном тренажере «FAROS A-320» режима ручного ввода начальных координат ВС и режима автономного функционирования с оценкой погрешности выходных параметров.

После завершения выставки система автоматически переводится в режим «навигация», готова к работе. На комплексном индикаторе пилотажной информации PFD контролируются текущие углы ориентации ВС, на комплексном индикаторе навигационной обстановки ND курсовая информация. На пульте MCDU наблюдается процесс выставки системы ADIRS, а также изменение координат местоположения ВС.

На рисунке 5, выше, приведен пример контроля пилотажной информации ВС на индикаторе PFD процедурного тренажера «FAROS A-320».

Основные неисправности системы ADIRS, представленные на тренажере, приведены на рисунке 6. Необходимо отметить, что часть этих неисправностей на тренажере не имеет программной реализации [Сизых, 2021].

Название неисправности	Пояснение на русском языке
IR 1 FAULT	Отказ ИНС-канала 1
IR 2 FAULT	Отказ ИНС-канала 2
IR 3 FAULT	Отказ ИНС-канала 3
HDG DISCREPANCY (1)	Несоответствие курса (1)
HDG DISCREPANCY (2)	Несоответствие курса (2)
HDG DISCREPANCY (3)	Несоответствие курса (3)
ADR 1 FAULT	Отказ СВС-канала 1
ADR 2 FAULT	Отказ СВС-канала 2
ADR 3 FAULT	Отказ СВС-канала 3
ADR 1 AIRSPEED CHANNEL FAULT	Отказ канала скорости в СВС-части 1
ADR 2 AIRSPEED CHANNEL FAULT	Отказ канала скорости в СВС-части 2
ADR 3 AIRSPEED CHANNEL FAULT	Отказ канала скорости в СВС-части 3
BLOCKED PITOT (CAPT)	Блокировка (засор) приемника полного давления (КВС)
BLOCKED PITOT (FO)	Блокировка (засор) приемника полного давления (2-го пилота)
BLOCKED PITOT (STDBY)	Блокировка (засор) приемника полного давления (резервного)
RNP – ALTITUDE DISCREPANCY	Требуемые навигационные характеристики – несоответствие высоты
RNP – NAV ACCURACY DOWNGRAD	Требуемые навигационные характеристики – снижение точности навигации
ATT DISCREPANCY PITCH (1)	Несоответствие тангажа (1)
ATT DISCREPANCY PITCH (2)	Несоответствие тангажа (2)
ATT DISCREPANCY PITCH (3)	Несоответствие тангажа (3)
ATT DISCREPANCY ROLL (1)	Несоответствие крена (1)
ATT DISCREPANCY ROLL (2)	Несоответствие крена (2)
ATT DISCREPANCY ROLL (3)	Несоответствие крена (3)
UNRELIABLE AIR SPEED (CAPT)	Недостовверные данные скорости (КВС)
UNRELIABLE AIR SPEED (FO)	Недостовверные данные скорости (2-го пилота)
UNRELIABLE AIR SPEED (STANDBY)	Недостовверные данные скорости (резервные)

Рисунок 6 – Основные неисправности системы ADIRS, представленные на тренажере

Для оценки уровня работоспособности БИНС на реальном ВС после завершения полета необходимо учитывать следующие параметры²¹:

- радиальная погрешность определения местоположения (в морских милях),
- остаточная погрешность определения путевой скорости (в узлах).

Исходя из их величины, отмеченной в конце полета, делается заключение о работоспособности соответствующей БИНС-части ADIRU.

Для того чтобы рассмотреть статистический термин требования к радиальной погрешности определения местоположения с наиболее подходящим приближением, в критериях замены используется ограничение, основанное на регистрации ошибки радиального положения в двух последовательных полетах. Использование «метода двух ударов» дает преимущество в снижении частоты замены исправных блоков, которые случайно или в результате неточного ввода местоположения при выставке показали погрешность радиального положения, превышающую заданный критерий.

Для проверки радиальной погрешности определения местоположения необходимо:

1. На многофункциональном блоке управления и индикации (MCDU – Multipurpose Control and Display Unit) перейти к странице:
 > FMGS > DATA INDEX > POSITION MONITOR (рисунок 7).

²¹ Руководство по производству полетов эксплуатанта ПАО «Аэрофлот» [Электронный ресурс] – URL: http://www.shpls.org/content/files/file/rpp_vola_rev_10.pdf

2. Записать погрешности БИНС – трех блоков ADIRU.
3. Рассчитать время, проведенное в режиме NAV (время навигации): время предыдущего полета (указанное в бортжурнале) + 30 минут (этот 30-минутный период является предполагаемым промежутком времени от окончания выставки ADIRU и закрытия дверей самолета до начала движения).

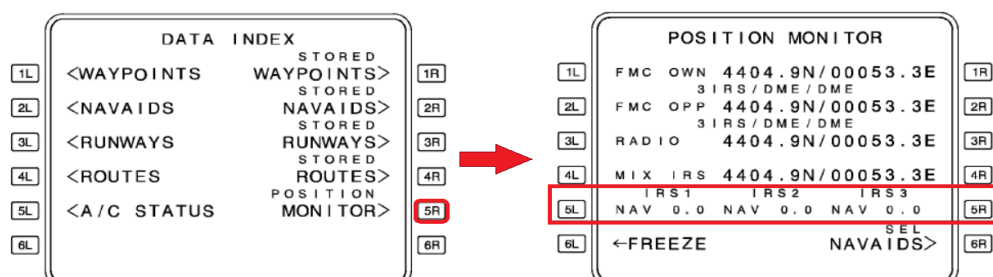


Рисунок 7 – Проверка погрешностей БИНС-частей трех ADIRU

4. Сравнить записанные значения погрешностей с кривой, представленной на рисунке 8, при рассчитанном времени.
- Границы замены (рисунок 8) представляют собой три различные зоны:
- Область 1. ADIRU работает нормально все время.
 - Область 2. ADIRU должен быть проверен после второго полета.
 - Область 3. ADIRU подлежит замене²².

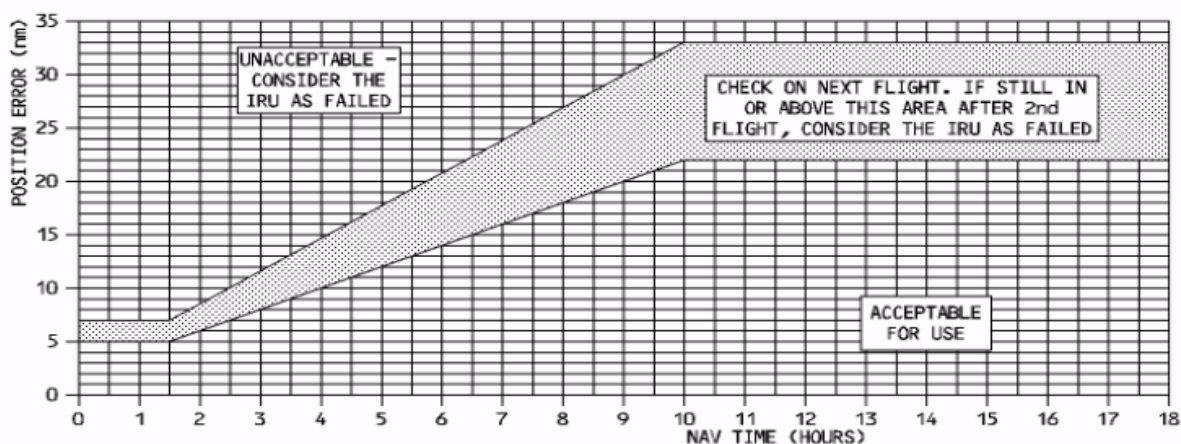


Рисунок 8 – Критерий замены ADIRU при проверке радиальной погрешности определения местоположения

При проведении в одной из авиакомпаний проверки радиальной погрешности определения местоположения после 5 часов полета получен результат, представленный на рисунке 9²³.

²² Руководство по производству полетов эксплуатанта ПАО «Аэрофлот» [Электронный ресурс] – URL: http://www.shpls.org/content/files/file/rpp_vola_rev_10.pdf

²³ Особенности технической эксплуатации авионики // Личный фотоархив Кивокурцева А.Л. [Электронный ресурс] (дата обращения: 30.10.2022)

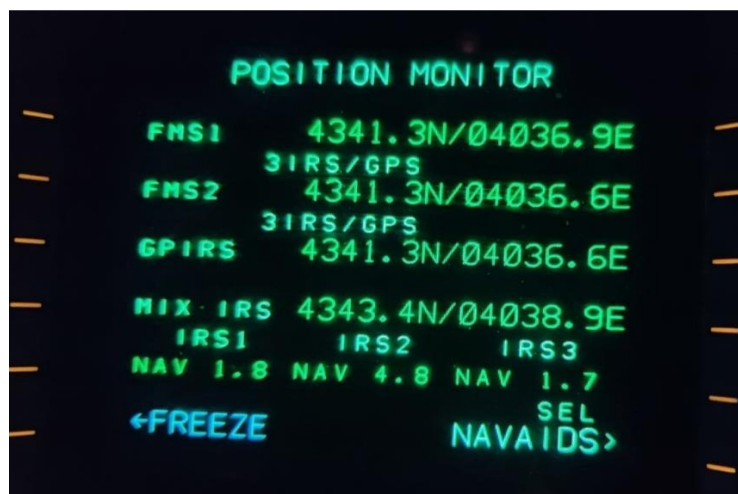


Рисунок 9 – Результат проверки радиальной погрешности определения местоположения после 5 часов полета

Из графика критерия замены ADIRU (рисунок 8) мы видим, что погрешность за 5 часов навигации может составлять до 12 морских миль. Отсюда мы делаем вывод, что все три канала БИНС данного самолета находятся в допуске по проверяемому параметру (IRS1 – 1.8, IRS2 – 4.8, IRS3 – 1.7).

Остаточная путевая скорость для каждой БИНС-части определяется в конце полета, когда самолет полностью остановился.

Остаточная путевая скорость отображается на навигационном дисплее (ND – Navigation Display) КВС (БИНС 1) и 2-го пилота (БИНС 2). Остаточную путевую скорость БИНС 3 можно проверить на ND КВС, установив переключатель ATT HDG в положение CAPT/3.

Необходимо сравнить зарегистрированные значения путевой скорости с предельными значениями. Если остаточная ошибка путевой скорости составляет 15 узлов или более после каждого проверочного полета, то считается блок ADIRU неработоспособным, его необходимо заменить.

Анализ функционирования инерциальной подсистемы ADIRS и её взаимодействие с системами интегрированного комплекса бортового оборудования в реальном полете проведен на основе окончательного отчета Межгосударственного авиационного комитета по результатам расследования авиационного происшествия воздушного судна A320-231 EY-623, 02.02.2014 г., республика Таджикистан, аэродром "Куляб":

– На этапе захода на посадку после прохода высоты 100 м, с момента времени 02:35:17, включилась система предупреждения приближения самолета к земле (GPWS TERRAIN) с регистрацией разовой команды «Warning mode» и с выдачей речевой информации экипажу самолета «Terrain ahead. Pull up», которая повторялась многократно до приземления самолета.

– На самолете A320-231 EY-623 установлена EGPWS производства фирмы Honeywell, не оборудованная спутниковой радионавигационной системой (GPS). Самолет также не оборудован GPS. Текущие координаты самолета в полете в систему EGPWS передаются из системы

автоматического управления полетом (FMGS) самолета. В полете, при пролете маяков VOR/DME, FMGS автоматически корректирует координаты местонахождения самолета, обнуляя погрешность инерциальной системы, которая накапливается со временем. В Республике Таджикистан имеется только один пункт VOR/DME (в Душанбе), дальномер (DME), который 02.02.2014 не работал (NOTAM). Последняя коррекция координат, выдаваемых инерциальной системой самолета при выполнении рейса EY 704, наиболее вероятно, произошла над территорией Узбекистана.

– В момент приземления самолета на ВПП аэродрома Куляб бортовым регистратором зарегистрированы координаты местонахождения самолета: 37°57'14.2" N и 69°47'02" E. Эта точка расположена за 2800 м до входного порога ВПП и на 815 м левее продолженной оси ВПП. Фактически же самолет находился на ВПП. Это результат накопившейся погрешности определения координат самолета с момента последней коррекции.

– Система EGPWS, получая координаты местоположения самолета от FMGS с такой погрешностью, воспринимает, что снижение самолета и его посадка происходят не на ВПП, а в вышеуказанную точку, и срабатывает, предупреждая экипаж об опасности.

Руководство по летной эксплуатации (FCOM) самолета A320-231 EY-623 авиакомпании «Ист Эйр» (стр. 34.05А) разрешает: «В дневное время и в условиях визуальных метеоусловий, четко наблюдая рельеф и препятствия в зоне видимости, допускается воспринимать сигнализацию (EGPWS) в качестве предупредительной». По заявлению командира воздушного судна (КВС), он четко контролировал местоположение самолета на посадочной глиссаде и воспринял сигнализацию EGPWS, как ложную. По информации экипажей система EGPWS на самолете A320-231 EY-623 срабатывает практически при каждой его посадке в аэропорту Куляб. Причина этого описана выше. При посадке в Московских аэропортах, оборудованных VOR/DME, система не срабатывает²⁴.

Без системы GPS на борту самолета (отказ или полное ее отсутствие), как и без других радионавигационных систем, затруднены полеты. Для системы ADIRS со временем требуется постоянная корректировка определения координат местоположения ВС, в противном случае запрещается пользоваться САУ полетом и рекомендуется переходить к управлению и навигации в детекторном или ручном режиме.

Заключение

В современных условиях в период санкций, в России идет процесс импортозамещения зарубежных бортовых систем и самих ВС российскими

²⁴ Окончательный отчет по результатам расследования авиационного происшествия воздушного судна A320-231 EY-623, 02.02.2014 г., республика Таджикистан, аэродром "Куляб" // Межгосударственный авиационный комитет [Электронный ресурс] – URL: https://www.mak-iac.org/upload/iblock/895/report_ey-623.pdf (дата обращения: 30.09.2022).

аналогами, поэтому рассмотренный в статье опыт технической эксплуатации совмещенной инерциально-воздушной системы ADIRS самолета А-320 как на реальных ВС в авиакомпаниях, так и на процедурном тренажере может быть использован:

- при модернизации отечественных и создании новых ВС (например, MC-21, RRJ-95, RRJ-75) и процедурных тренажеров к ним;

- в процессе подготовки авиационных специалистов в авиакомпаниях при допуске к работе молодых специалистов, повышении квалификации и переподготовке на новые типы ВС инженерно-технического и летного состава;

- в ходе подготовки обучающихся в ВУЗе.

При подготовке авиационных специалистов и обучающихся в ВУЗе рекомендуется использовать непрерывную систему подготовки, состоящую из трех этапов: первый – обсуждение особенностей построения изучаемых систем, опыта её технической эксплуатации на локальной групповой научно-практической конференции; второй – отработка практических заданий на процедурном тренажере; третий – техническая эксплуатация систем на реальном ВС.

Библиографический список

Голосеева Е. А. Основные принципы построения информационно-контролирующих систем и возможность их использования для проведения практики «Тренажерная подготовка» // Актуальные проблемы развития авиационной техники и методов ее эксплуатации – 2021: сб. трудов XIV Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов 9-10 декабря 2021 г. Том 1. Иркутск: Иркутский филиал МГТУ, 2022. С. 83-87.

Горбунов В. П. Проблемы и особенности эксплуатации авионики воздушных судов иностранного производства в условиях экстремально низких температур Крайнего Севера, Сибири и Якутии // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. № 213(3). С. 85-90.

Далецкий С. В. Формирование системы инженерно-авиационного обеспечения технической эксплуатации воздушных судов гражданской авиации в современных условиях // Сборник научных трудов ГосНИИ ГА № 311. М.: ГосНИИ ГА, 2010. С. 125-131. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.gosniiga.ru/wp-content/uploads/2018/05/Sbornik-nauchnyh-trudov-311.pdf> (дата обращения: 30.10.2022)

Кивокурцев А. Л. Вопросы технической эксплуатации интегрированных комплексов бортового оборудования современных самолетов // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: сб. статей II Всероссийской научно-практической конференции, приуроченной ко Дню космонавтики. 11-13 апреля 2012 г. Иркутск: ИрГТУ, 2012. С. 61-69.

Кивокурцев А. Л. Особенности датчиков первичной информации, алгоритмов ориентации современных бесплатформенных инерциальных навигационных систем // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации России: сб. трудов Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 50-летию Иркутского филиала МГТУ ГА. 17–19 мая 2017 г. Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2017. С. 79-87.

Кивокурцев А. Л. Особенности построения и перспективы развития инерциальных навигационных систем // Актуальные проблемы и перспективы развития гражданской авиации России: сб. трудов V научно-технической конференции преподавателей, научных

работников и аспирантов с международным участием. 22–24 марта 2016 г. Иркутск: Иркутский филиал МГТУ ГА, 2016. С. 128-136.

Кириллов А. В. Особенности технического обслуживания и ремонта Airbus A-320 / А. В. Кириллов, В. В. Воронин // Вестник молодых учёных и специалистов Самарского университета. 2020. № 1 (16) [Электронный ресурс] – URL: <https://www.journals.ssau.ru/smus/article/download/9255/8505ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4963>; (дата обращения: 30.10.2022)

Кирпичев И. Г. Создание и функционирование центральной нормативно-методической библиотеки гражданской авиации (ЦНМБ ГА) / И. Г. Кирпичев, О. В. Губанов, А. В. Соболев // Сборник научных трудов ГосНИИ ГА № 311. М.: ГосНИИ ГА, 2010. С. 40-46. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.gosniiga.ru/wp-content/uploads/2018/05/Sbornik-nauchnyh-trudov-311.pdf> (дата обращения: 30.10.2022)

Кузнецов С. В. Международная квалификационная (компетентностная) система подготовки и оценки персонала по техническому обслуживанию воздушных судов // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. № 213(3). С. 90-96.

Кузнецов С. В. Подготовка инженерно-технического персонала по технической эксплуатации авионики и авиационных электросистем воздушных судов с учетом гармонизации отечественных требований к персоналу с международными требованиями // Научный вестник МГТУ ГА. 2014. № 201. С. 91-95.

Писаренко В. Н. Техническое обслуживание воздушных судов как система поддержания летной годности гражданской авиационной техники: монография. Самара: Издательство СамНЦ РАН, 2017. 170 с. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.repo.ssau.ru/bitstream/Monografii/Tekhnicheskoe-obsluzhivanie-vozdushnyh-sudov-kak-sistema-podderzhaniya-letnoi-godnosti-grazhdanskoi-aviacionnoi-tehniki-Elektronnyi-resurs-monografiya-73939/1/%D0%9F%D0%B8%D1%81%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%92.%D0%9D.%20%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202017.pdf>

(дата обращения: 30.10.2022)

Сизых А. С. Опыт применения процедурного тренажера для изучения вопросов технической эксплуатации совмещенной инерциально-воздушной системы самолета А-320 // Актуальные проблемы развития авиационной техники и методов ее эксплуатации – 2020: сб. трудов XIII Всероссийской научно практической конференции студентов и аспирантов 8-9 декабря 2020 г. Том 1. - Иркутск: Иркутский филиал МГТУ, 2021. С. 97-102.

Savage P. G. Strapdown Inertial Navigation Integration Algorithm Design Part 1: Attitude Algorithms // Journal of Guidance, Control, and Dynamics. 1998a. VO1.21, No.1. pp. 19-28.

Savage P. G. Strapdown Inertial Navigation Integration Algorithm Design Part 2: Velocity and Position Algorithms // Journal of Guidance, Control, and Dynamics. 1998b. VO1.21. No.2. pp. 208-222.

References

Gorbunov V. P. (2015). Problems and features of the operation of avionics of foreign-made aircraft in conditions of extremely low temperatures in the Far North, Siberia and Yakutia. *Scientific Bulletin of MSTU GA*. No. 213 (3): 85-90. (in Russian)

Goloseeva E. A. (2022). Basic principles of building information and control systems and the possibility of their use for the practice of "simulator training". *Actual problems of the development of aviation technology and methods of its operation - 2021: coll. Proceedings of the XIV All-Russian Scientific and Practical Conference of Students and Postgraduates December 9-10, 2021*. Volume 1: 83-87. (in Russian)

- Daletsky S. V. (2010). Formation of the system of engineering and aviation support for the technical operation of civil aviation aircraft in modern conditions. *Collection of scientific papers of the State Research Institute of Civil Aviation*. No. 311: 125-131. [Electronic resource] - URL: <https://www.gosniiga.ru/wp-content/uploads/2018/05/Sbornik-nauchnyh-trudov-311.pdf> (accessed: 10.30.2022) (in Russian)
- Kirpichev I. G., Gubanov O. V., Sobol A. V. (2010). Creation and functioning of the central regulatory and methodological library of aviation (TsNMB GA). *Collection of scientific works of the State Research Institute of Civil Aviation*. No. 311: 40-46. [Electronic resource] - URL: <https://www.gosniiga.ru/wp-content/uploads/2018/05/Sbornik-nauchnyh-trudov-311.pdf>. (accessed: 10.30.2022) (in Russian)
- Kivokurtsev A. L. (2012). Issues of technical operation of integrated complexes of on-board equipment of modern aircraft. *Articles of the II All-Russian scientific-practical conference dedicated to the Day of Cosmonautics. April 11-13*. 61-69. (in Russian)
- Kivokurtsev A. L. (2017). Features of primary information sensors, orientation algorithms of modern strapdown inertial navigation systems. *Actual problems and prospects for the development of civil aviation in Russia: coll. Proceedings of the All-Russian scientific and technical conference dedicated to the 50th anniversary of the Irkutsk branch of MSTU GA. May 17-19*. 79-87. (in Russian)
- Kivokurtsev A. L. (2016). Features of construction and development prospects of inertial navigation systems. *Actual problems and prospects for the development of civil aviation in Russia: Sat. Proceedings of the V scientific and technical conference of teachers, researchers and graduate students with international participation. March 22-24*. 128-136. (in Russian)
- Kuznetsov S. V. (2014). Training of engineering and technical personnel for the technical operation of avionics and aircraft electrical systems of aircraft, taking into account the harmonization of domestic requirements for personnel with international requirements. *Scientific Bulletin of MSTU GA*. No. 201: 91- 95. (in Russian)
- Kuznetsov S. V. (2015). International qualification (competence) system of training and evaluation of aircraft maintenance personnel. *Scientific Bulletin of MSTU GA*. No. 213 (3): 90-96. (in Russian)
- Kirillov A. V., Voronin V. V. (2020). Features of maintenance and repair of the Airbus A-320. *Bulletin of young scientists and specialists of Samara* . 2020. No. 1 (16) [Electronic resource] – URL: <https://www.journals.ssau.ru/smus/article/download/9255/8505ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4963>; (accessed: 30.10.2022). (in Russian)
- Pisarenko V. N. (2017). Aircraft maintenance as a system for maintaining the airworthiness of civil aviation equipment. *Monograph. Samara, SamNTs RAS Publishing House. 170p*. [Electronic resource] – URL: <https://www.repo.ssau.ru/bitstream/Monografii/Tekhnicheskoe-obsluzhivanie-vozдушnyh-sudov-kak-sistema-podderzhaniya-letnoi-godnosti-grazhdanskoi-aviacionnoi-tehniki-Elektronnyi-resurs-monografiya-73939/1/%D0%9F%D0%B8%D1%81%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%92.%D0%9D.%20%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5%20%D0%BE%D0%B1%D1%81%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%202017.pdf>. (accessed: 30.10.2022). (in Russian)
- Sizykh A. S. (2021). Experience in using a procedural simulator to study the issues of technical operation of the combined inertial-air system of the A-320 aircraft. *Actual problems of the development of aviation technology and methods of its operation - 2020: coll. Proceedings of the XIII All-Russian Scientific and Practical Conference of Students and Postgraduates December 8-9, 2020*. Volume 1: 97-102. (in Russian)
- Savage P. G. (1998a). Strapdown Inertial Navigation Integration Algorithm Design Part 1: Attitude Algorithms. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics* VO1.21. No.1.: 19-28.
- Savage P.G. (1998b). Strapdown Inertial Navigation Integration Algorithm Design Part 2: Velocity and Position Algorithms. *Journal of Guidance, Control, and Dynamics*. VO1.21. No.2: 208-222.

УДК 316.344.34:378.18+656.121(470.45)
DOI 10.51955/2312-1327_2023_1_155

СТУДЕНТЫ И ГОРОДСКОЙ ОБЩЕСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ВОЛГОГРАДА)

*Раиса Морадовна Петрунева,
orcid.org/0000-0002-8834-5745,
доктор педагогических наук, профессор
заведующий кафедрой истории, культуры и социологии,
Волгоградский государственный технический университет,
пр. им. Ленина, 28
Волгоград, 400005, Россия
raisa.petrunyova@yandex.ru*

Аннотация. В статье анализируются результаты двух самостоятельных социологических опросов студентов – Волгоградского государственного технического университета и студентов других крупных государственных вузов города. Цель исследования состояла в выявлении проблем городского общественного транспорта и изучении запросов студентов к этой сфере городской жизнедеятельности. Данная проблема затрагивает интересы не только действующих студентов, но и абитуриентов, которые только делают свой выбор профессионального пути. И довольно часто этот выбор предопределен транспортной доступностью вуза. Сегодня студенты Волгограда составляют почти четверть активного трудоспособного населения, поэтому их запросы к транспортному обслуживанию вполне закономерны и законны. Подобные исследования ранее в Волгограде не проводились. По результатам исследования было определено, что большая часть студентов вынуждена добираться до вуза с пересадками, при этом актуализированная сегодня транспортная схема города создает еще больше трудностей при передвижении в связи с ростом временных и финансовых затрат.

Ключевые слова: городской общественный транспорт, мнение студентов о транспорте, беспилотный городской автобус.

STUDENTS AND URBAN PUBLIC TRANSPORT (BY THE EXAMPLE OF VOLGOGRAD)

*Raisa M. Petruneva,
orcid.org/0000-0002-8834-5745,
Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Head of the Department of History, Culture and Sociology
Volgograd State Technical University
28 Lenin Ave.
Volgograd, 400005, Russia
raisa.petrunyova@yandex.ru*

Abstract. The article analyzes the results of two independent sociological surveys of students of Volgograd State Technical University and other major state universities of the city. The purpose of the research is to identify the problems of urban public transport and study

students' requests for this urban life sphere. This problem affects not only the current students' interests, but also applicants just making their professional path choice. And quite often this choice is predetermined by transport availability of higher education institution. Today, Volgograd students make up almost a quarter of the active working-age population, so their requests for transport services are quite logical and legitimate. Such research has not been conducted in Volgograd before. According to the results of the study it was determined that most of the students have to get to the university with transfers, and the updated today transport scheme of the city creates even more difficulties in movement due to increasing time and financial costs.

Keywords: urban public transportation, students' opinions on transportation, unmanned city bus.

Введение

XXI век превратил многие фантазии писателей в нашу повседневную реальность. В том числе уже никого не удивляют беспилотные транспортные средства (летательные аппараты, такси, паромы, метро и трамваи, автобусы). В 2020 году во многих странах были апробированы и запущены по маршруту беспилотные автобусы, услугами которых можно воспользоваться уже сегодня (например, Германия, Испания, Китай, Корея, Норвегия, США, Финляндия, Швеция, Эстония, и др.) [Общественный транспорт..., 2018]. Правда, следует отметить, что беспилотный общественный транспорт движется строго по запрограммированному маршруту, и салоны таких автобусов небольшой вместимости – от 4 до 40 человек. Как заявляло в своем Телеграмм-канале Правительство Москвы, в 2022 – 2023 году в тестовом беспилотном режиме и в Москве появится беспилотный трамвай [Московские власти..., 2022].

По мнению генерального директора «Бакулин Моторс Групп», которая входит в волгоградскую компанию ГК «Волгабас», выпускающую автобусы «Волжанин», внедрение беспилотного общественного транспорта пока наиболее перспективно для закрытых территорий [Бакулин..., 2016]. В качестве таковых могут быть территории выставок (ВДНХ), парков (Сочи), стадионов («Лужники»), студенческих кампусов и т.п. Первыми пассажирами при тестировании беспилотного транспорта являются добровольцы. В этом смысле Волгоград представляет подходящую площадку для беспилотного транспорта, не только в связи со своей линейной планировкой, но и в связи с тем, что многие вузы имеют закрытые достаточно протяженные или удаленные друг от друга кампусы (технический университет, социально-педагогический, государственный, аграрный, медицинский). К тому же в структуре технического университета функционирует автотранспортный факультет – можно смело предположить, что студенты станут первыми и активными пассажирами современного беспилотного общественного транспорта. В этой связи нам представляется актуальным изучить мнение студентов и доступности и безопасности городского общественного транспорта.

Город Волгоград в некотором смысле является уникальным явлением в урбанистике по многим причинам, и не только потому, что он является

городом-миллионником. Прежде всего уникально его географическое положение – город растянулся более, чем на 70 км вдоль реки Волга узкой полосой, которая в наиболее широкой части не превышает 5 км. По этой причине транспортная система города имеет линейную конфигурацию, которая представлена продольными магистралями: нулевая, первая, вторая и третья. Общественный транспорт движется только по первой и второй продольным улицам. Нулевая магистраль проходит только по центральной части города, разгружая первую продольную (проспект Ленина) от легкового автотранспорта, и является по сути рокадной дорогой. Поскольку вдоль этой трассы не расположены ни жилые комплексы, ни предприятия и организации, ни другие объекты инфраструктуры, то общественный транспорт по ней не проходит. Третья продольная представляет собой фактически объездную дорогу. Между собой магистрали связаны поперечными улицами, которые в часы «пик» не справляются с потоком автотранспорта и провоцируют многочисленные «пробки». Транспортная система города в основных своих чертах сложилась в послевоенное время – 50-60-е годы, поэтому спроектирована таким образом, чтобы подвозить трудовые ресурсы к предприятиям.

Однако, общественным транспортом пользуются не только работники предприятий – примерно пятую часть пассажиропотока города представляют студенты различных образовательных учреждений, т.к. они составляют около 22 % от трудоспособного населения Волгограда. По данным [Статистический ежегодник..., 2021] по всем формам высшего и среднего профессионального образования в Волгограде обучается 228 409 человек. Это наиболее мобильная часть молодежи, которая активно перемещается по городу, поэтому общественный транспорт входит в сферу ее жизненных интересов. Как минимум в день студенты совершают по две поездки в транспорте, а некоторые, занятые во внеучебное время различными видами творчества – и по четыре. А имеющие подработки – и более того.

Мнение студентов об общественном транспорте города безусловно заслуживает внимания, т.к. учет их интересов позволяет организовать обратную связь с администрацией города с целью оптимизации пассажирских перевозок и повышения их надежности, в том числе с возможной перспективой внедрения беспилотного общественного транспорта.

Материалы и методы

В качестве эмпирического материала использованы результаты двух социологических исследований, проведенных кафедрой истории, культуры и социологии Волгоградского государственного технического университета (ВолгГТУ) в 2021–2022 гг. В исследовании №1 [Транспортная доступность..., 2021], посвященном изучению безопасности общественного городского транспорта, приняли участие 1543 студента волгоградских вузов: технический университет (ВолгГТУ) представляли 536 человек, медицинский университет (ВолгГМУ) – 66 человек, государственный

университет (ВолГУ) – 209 человек, аграрный университет (ВолГАУ) – 729 человек, социально-педагогический университет (ВГСПУ) – 3 человека. В исследовании №2 [К вопросу о безопасности..., 2022], посвященном изучению транспортной доступности вуза, приняли участие 455 студентов ВолгГТУ: из них 64,6 % составили парни и 35,4 % – девушки; по курсам обучения респонденты распределились следующим образом: 1-4 курсы бакалавриата – 86 %, остальные – студенты специалитета и магистратуры. В данном случае мнение студентов ВолгГТУ представляется наиболее релевантным, т.к. учебные корпуса этого университета расположены в противоположных районах города – Тракторозаводском, Центральном, Кировском, Красноармейском. По этой причине студентам этого вуза необходимо перемещаться по городу «из конца в конец» между учебными корпусами по однозначно заданному маршруту, и вопрос транспортной доступности, в том числе между кампусами вуза, является для них наиболее актуальным.

В свободных инициативных заинтересованных онлайн-опросах использовалась google-форма. Российские социологи доказали, что это максимально быстрый инструмент привлечения онлайн-респондентов в режиме реального времени. В целом выборка отражает основные характеристики исследуемой когорты [Дулина и др., 2017]. Кроме того, использовались материалы статистических справочников, сайтов различных консалтинговых организаций и других открытых источников.

Дискуссия

Волгоград является крупным вузовским городом: 11 государственных и 18 негосударственных университетов и институтов, а также 14 филиалов вузов. Студенты перемещаются по городу во всех направлениях, поскольку образовательные организации рассредоточены практически по всем районам. Ограничительные меры в связи с COVID-19 привели к значительным изменениям в транспортной схеме города: многие маршруты поменяли свою траекторию или вообще были закрыты. Сегодня все ограничения сняты, но транспортная схема до сих пор не оптимизирована, хотя пассажиропоток из-за изменений схемы вырос на 20 % [Волгоградцы рассказали..., 2022]. Это означает, что студенты, как и все горожане, стали делать больше пересадок, а, следовательно, возросли траты на проезд. Больше 50 % респондентов отметили, что в настоящее время стало труднее добираться до университета, так как приходится делать больше пересадок между видами транспорта и расходовать больше денег. Из-за того, что многие маршруты поменяли традиционный путь, часть студентов волгоградских вузов (опрос №1) (4,8 %) переместились в салоны маршрутных такси. Таким образом, при перемещении по городу студенты отдают предпочтение удобству маршрута в ущерб стоимости проезда – иногда это единственный рациональный вариант решения проблемы. Базовая стипендия с 01.09.2021 г. составляет всего 2100 руб., при этом на проездной билет волгоградский студент вынужден тратить 800 рублей. Впрочем, примерно такая же ситуация во многих крупных

городах (Казань, Нижний Новгород, Новосибирск и др.) за исключением Москвы. Для города с линейной планировкой дорожные «пробки» представляют серьезную проблему. Около 30% студентов технического университета ежедневно простаивают в «пробках» и в результате часто опаздывают на занятия. Только 17,1 % опрошенных политехников не сталкиваются регулярно с этим явлением. Остальным студентам приходится мириться с этим неудобством несколько раз в неделю. По мнению будущих инженеров главными виновниками ДТП являются не только автомобили и маршрутные такси (26,6 %), но такие популярные сегодня у молодежи средства передвижения, как скутеры и велосипедисты – это отметили 4 % опрошенных, электросамокаты – 5,7 %, а также и пешеходы – их вину в ДТП отметили 15,2 % студентов технического университета.

При выборе вида городского транспорта молодежь учитывает не только удобство маршрута, но и безопасность вида транспорта. Так, по данным опроса №2, 44,4 % опрошенных студентов-политехников самым безопасным транспортом считают трамвай; 21,8% – автобус; 12,3 % – троллейбус; 9,7 % – маршрутное такси, городскую электричку – 5 %. Более высокая оценка безопасности автобуса связана, как мы можем предположить, с тем, что автобусом пользуется в пять раз больше респондентов, чем троллейбусом. Учитывая недостаточную развитость городской транспортной сети, 28,6 % студентов-политехников предпочитают маршрутное такси в паре с каким-нибудь другим видом транспорта, 22,6 % комбинируют передвижение в автобусе и троллейбусе, автобус в сочетании с трамваем предпочитают 11,9 %, двумя автобусами добираются в технический университет 2,2 % политехников. Также велико количество «небезудачников», которым приходится менять по дороге в политех три вида наземного городского транспорта – таких среди респондентов оказалось 8,4 %. И только 4,6 % участников опроса из ВолгГТУ имеют возможность беспересадочной дороги в университет.

Вопросы транспортной доступности и безопасности для студентов имеют существенное значение, поскольку на 4-6 лет вуз становится для них практически «вторым домом». Эта тема волнует также и будущих студентов – абитуриентов. По данным нашего исследования №1, 7,7 % нынешних первокурсников волгоградских вузов заявили, что сделали бы другой выбор, если бы с самого начала знали, с какими трудностями им придется столкнуться по дороге к знаниям – в прямом смысле. Руководители многих учебных заведений понимают, что эта проблема не надумана, а представляет реальную трудность для многих студентов. Некоторые вузы включают в анкеты «О степени удовлетворённости условиями осуществления образовательной деятельности в университете» и вопрос о «транспортной доступности (возможность доехать до университета на общественном транспорте, наличие парковки)» [Анкета..., 2023]. Наиболее современные вузы организуют парковки для велосипедов. Заслуживает внимания в этом смысле и опыт волгоградских университетов – технического и социально-педагогического, по предложению студентов которых мэрия

Волгограда построила велодорожки вдоль вузовских кампусов [МТВ..., 2022].

Транспортная доступность является комплексным феноменом и включает не только время, необходимое на поездку в общественном транспорте от места жительства до учебного заведения, но и затраты времени на переходы между остановочными пунктами. При этом очевидно, что эти затраты времени зависят и от развитости инфраструктуры общественного транспорта, его технического состояния, качества дорожного покрытия, наличия выделенных полос для общественного транспорта и ряда других факторов [Доступность..., 2018; Виды транспортной..., 2012].

Для крупнейших городов, в соответствии со СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», передвижение от места проживания к месту работы, в нашем случае – учебы, не должно превышать 40 минут. А сколько же реально времени затрачивают студенты, проживающие в противоположных концах города, на дорогу к Alma Mater, насколько это передвижение безопасно и комфортно, влияет ли транспортная доступность вуза на выбор абитуриентов и ряд других сопутствующих вопросов поставили перед собой исследователи. Респонденты опроса №2 проживают во всех районах города, городе-спутнике Волжском и ближайших районах Волгоградской области. В самых отдаленных районах города проживают (южные районы Советский, Кировский, Красноармейский) – 36,4 %, в Центральном районе, где расположена большая часть вузов, и примыкающих к нему районах (Дзержинский, Краснооктябрьский, Ворошиловский) – 41,5 %, остальные живут в северном Тракторозаводском районе, городе-спутнике Волжском и др. районах. Также, как и большинство россиян (по данным ВЦИОМ) [Безопасность..., 2018], по городу студенты волгоградских вузов перемещаются в основном общественным транспортом, при этом часто маршрут бывает составным с пересадками с одного вида транспорта на другой. Только 7,1 % опрошенных студентов пользуются услугами маршрутного такси; а 6,0 % имеют возможность передвигаться на собственном автомобиле. В требования СНиП 2.07.01-89* (по длительности поездки до 40 минут) не укладываются три четверти студентов, поскольку тратят на поездку в один конец не менее 50 минут. Около 10 % опрошенных проводят в дороге «в один конец» до 1,5-2 часов. Только небольшая часть студентов отправляется в вуз пешком, так как живет недалеко. В обычных обстоятельствах выбор конкретного вида транспорта зависит от многих условий: устойчивости расписания транспортного средства, удобства маршрута, комфорта в салоне, пробок на дороге, погодных условий, личных планов на день, самочувствия, наличия приятных попутчиков и т.п. Известно также, что в зависимости от вида транспорта каждые 5 минут стояния в «пробке» увеличивают время в пути на 19-25 % и провоцируют накопление так называемой «транспортной усталости» [Быкадоров, 1978; Кабакова, 1973].

Ожидание общественного транспорта на остановочном пункте воспринимается студентами как вынужденная непроизводительная трата времени и «не – место» (по М. Оже) [Филиппов, 2009]. По нашим наблюдениям, это время в «не-месте» – чаще в часы «пик» и в зимнее время – студенты используют довольно пассивно и однообразно: разговаривают по телефону, общаются с товарищами, слушают аудиозаписи, просто прохаживаются. До 15 минут проводят время на остановочных пунктах 68,3 % студентов; 2,7 % вынуждены стоять до 30 минут; только 9,8 % счастливых уезжают домой практически без ожиданий; у остальных бывает по-разному. Большинство студентов – 84 % – считают, что остановочные пункты расположены достаточно близко к вузу. Практически все студенты отмечают хорошее техническое и санитарное состояние остановочных пунктов: актуальная информация на электронном табло, своевременная уборка мусора, достаточные размеры парковочного «кармана». Однако, вместе с тем значительная часть студентов – 42 % – отмечают неудовлетворительные эргономические качества остановочных павильонов: прозрачные стенки павильонов, не спасающие от солнца; малые размеры, не позволяющие укрыться от дождя всем желающим; низкие лавочки. По нашим наблюдениям, во время пути студенты довольно разнообразно проводят время в салоне транспортного средства. Виды занятий зависят от вида транспорта, удобства салона и длительности поездки, наличия знакомых попутчиков, времени суток, степени наполненности салона транспорта и счастливой возможности занять сидячее место. К уже описанным видам занятий добавляются сон, переписка в мессенджерах, выполнение учебных работ, просмотр видео, чтение электронных книг, игры и просто наблюдение городских пейзажей в окне. Но так «везет» – присесть, отдохнуть или почитать учебные материалы в салоне транспортного средства – только 30,5 %. А 38,2 % респондентов приезжают в университет изрядно уставшими, т.к. ехали стоя. Только 12,4 % равнодушны к удобству и комфорту в салоне. Очевидно, что самочувствие студентов во время пути – и физическое, и эмоциональное – влияет на степень привлекательности общественного городского транспорта для молодежи. Эта информация, полагаем, может быть полезна администрации города для понимания факторов привлекательности общественного транспорта не только для студентов, но и для горожан, в том числе для администрации города в контексте использования беспилотного транспорта в соответствии с современными трендами.

Так, респонденты хотели бы воспользоваться бесплатным wi-fi в транспорте (27,9 %); 27,7 % хотели бы добираться в вуз в транспортных средствах большей вместимости с большим количеством свободных мест для сидения. И 57,7 % респондентов хотели бы, чтобы в общественном транспорте были установлены кондиционеры, т.к. лето в Волгограде длится около 6 месяцев. Однако, последнее пожелание студентов нам представляется несбыточным. По данным проведенного в 2020 году исследования центра компетенций в области моделирования транспортных

потоков и транспортного планирования SIMETRA [Рейтинг городов..., 2022], троллейбусный и трамвайный парки Волгограда довольно стары и изношены (износ подвижного состава волгоградских трамваев составляет 97 %, троллейбусов – 81 %, бóльшая часть автобусного парка – экологически и технически устарела. Не исправят ситуацию и появившиеся в 2022 году электробусы, поскольку с волгоградской жарой трудно бороться при постоянном открывании дверей на остановках. В целом же комфорт и удобство волгоградского общественного транспорта SIMETRA оценивает на 70 %.

Результаты

В итоге опроса студенты сформулировали условия, при которых они сделают однозначный выбор в пользу городского общественного транспорта. Этот список выглядит следующим образом: приобретение городом и выпуск на линию низкопольного транспорта большой вместимости и регулировка и оптимизация времени переключения светофорных устройств, качественный ремонт дорожного полотна и нанесение устойчивой дорожной разметки, установка валидаторов для оплаты проезда в салонах городского транспорта, стабилизация городской транспортной системы без бесконечных «оптимизаций», соблюдение графика движения транспорта, работа кондиционеров в летнее и обогрева в зимнее время. Этот список практически не отличается от требований любых других пассажиров – разве что современным пожеланием бесплатного пользования Wi-Fi во время нахождения в салоне транспортного средства и возможностью подзарядки электронных устройств.

Заключение

Таким образом, наше исследование подтверждает, что в городе Волгограде с миллионным населением объективно существует проблема городского транспорта. К тому же линейная структура дорожной сети и наличие выделенных полос, расположение вузовских кампусов в удаленных частях города делают перспективным современный тренд на внедрение беспилотного общественного транспорта в городе. Сегодня студенты составляют около пятой части всего пассажиропотока – а это немало, особенно учитывая, что в ближайшие годы по прогнозу агентства «Juniper Research» к 2025 году количество поездок в общественном транспорте вырастет более чем в 4,6 раза [Как будет..., 2022]! При этом, по мнению агентства, по большей части рост пассажироперевозок будет идти за счет развития многопрофильного городского общественного транспорта, в том числе беспилотного, как требует современная техническая реальность. Это позволит обеспечить бесперебойный обмен пассажирами между различными видами городского транспорта и со скоростными магистральными маршрутами. Современный тренд на ближайшие годы по внедрению беспилотных технологий коснется в первую очередь общественного транспорта – предполагается, что это позволит сократить не только

количество «пробок», уменьшить количество ДТП на дорогах, но и повысить качество и безопасность пассажирских перевозок. И молодежь является наиболее мобильной частью населения, которая часто выбирает современные средства передвижения по городу, в том числе и каршеринг, и как ожидается, станет пионером в освоении беспилотного общественного транспорта. Федеральным проектом «Модернизация общественного транспорта в городах и городских агломерациях» планируется вложение 203 млрд руб. до 2024 года и 417 млрд руб. в 2025–2030 гг. в развитие общественного городского транспорта – и в этом контексте, справедливо полагаем, должно быть учтено мнение молодых жителей города, от которых зависит его будущее.

Библиографический список

- Анкета для обучающихся по удовлетворённости условиями осуществления образовательной деятельности в университете // [Электронный ресурс]. 2023. URL: <http://rgatu.ru/oirko/otsenka-kachestva-uslovij-osushchestvleniya-obrazovatelnoj-deyatelnosti-v-universitete> (дата обращения: 20.01.2023).
- Бакулин: беспилотные автобусы могут появиться на территории ВДНХ и "Лужников" // [Электронный ресурс] – 2016. URL: <https://sk.ru/news/bakulin-bespilotnye-avtobusy-mogut-poyavitsya-na-territorii-vdnh-i-luzhnikov/> (дата обращения: 21.01.2023).
- Безопасность в общественном транспорте: оценка россиян // [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/bezopasnost-v-obshhestvennom-transporte-ocenka-rossiyan-> (дата обращения: 20.01.2023).
- Быкадоров П. Р. Социально-экономические проблемы рационализации внерабочего времени, связанного с производством // Социологические исследования. №2. 1978. с. 78
- Виды транспортной доступности / В. В. Гребенников Д. А. Мунин, А. Г. Левашев, А. Ю. Михайлов // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2012. № 1. с. 56-61.
- Волгоградцы рассказали, смогли ли привыкнуть к новой транспортной схеме // [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://v1.ru/text/transport/2022/01/22/70394306/> (дата обращения: 19.01.2023).
- Доступность как характеристика транспортной обеспеченности // [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://vuzru.ru/dostupnost-kak-harakteristika-transportnoj-obespechennosti/> (дата обращения: 20.01.2023).
- Дулина Н. В. Массовые опросы студентов России: опыт российского общества социологов / Н. В. Дулина, Д. В. Шкурин // Социально-гуманитарный вестник Прикаспия. 2017. №1-2 (6-7). с. 40-43.
- К вопросу о безопасности городского общественного транспорта в городе-миллионнике: мнение студентов Волгограда / Р. М. Петрунева, Ю. В. Петрунева, О. А. Авдеюк, В. Д. Васильева, Д. Н. Авдеюк // PRIMO ASPECTU. 2022. № 1 (49). с. 23-31.
- Кабакова С. И. Градостроительная оценка территорий городов. Москва: Стройиздат, 1973. 153 с.
- Как будет выглядеть транспортная система будущего // [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2022/01/20/905770-transportnaya-sistema-buduschego> (дата обращения: 20.01.2023).
- Московские власти заявили о том, что уже в этом году по улицам столицы поедут беспилотные трамваи и такси // [Электронный ресурс]. 2022. URL: https://www.dp.ru/a/2022/02/04/Moskva_bespilotnaja_Peter (дата обращения: 22.01.2023).
- МТВ: У ВолГТУ и ВГСПУ в Волгограде появились велодорожки // [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://www.vstu.ru/university/press->

center/news/obshchestvo/mtv_u_volggtu_i_vgspu_v_volgograde_poyavilis_velodorozhki_/ (дата обращения: 19.01.2023).

Общественный транспорт и автопилоты // [Электронный ресурс]. 2018. URL: <http://robotrends.ru/robopedia/obshestvennyy-transport-i-avtopiloty> (дата обращения: 21.01.2023).

Рейтинг городов России по качеству общественного транспорта // [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://simetragegroup.ru/research-mobility/city-rating-put/> (дата обращения: 07.01.2023).

Статистический ежегодник Волгоградская область 2020: сборник / Терр. орган Фед. службы гос. статистики по Волгоград. обл. Волгоград: Волгоградстат, 2021. 754 с. // [Электронный ресурс]. URL: https://volgastat.gks.ru/storage/mediabank/01_00_011220.pdf (дата обращения: 20.01.2023).

Транспортная доступность вуза в крупном городе: мнения студентов / Р. М. Петрунева, О. А. Авдеюк, В. Д. Васильева, Д. Н. Авдеюк, Ю. В. Петрунева // *Alma mater* (Вестник высшей школы). 2021. № 8. с. 99-104.

Филиппов А. Ф. Социология пространства // *Социологическое обозрение*. 2009. Т. 8. № 3. с. 3-15.

References

Accessibility as a characteristic of transport availability // [Electronic resource]. 2018. URL: <https://vuzru.ru/dostupnost-kak-harakteristika-transportnoj-obespechennosti/> (accessed 20.01.2023). (In Russian)

Bakulin: unmanned buses may appear on the territory of VDNH and "Luzhniki" // [Electronic resource]. 2016. URL: <https://sk.ru/news/bakulin-bespilotnye-avtobusy-mogut-poyavitsya-na-territorii-vdnh-i-luzhnikov/> (accessed 21.01.2023). (In Russian)

Bykadorov P.R. (1978). Socio-economic problems of rationalization of out-of-work time associated with production. *Sociological Studies*. 2: 78 (In Russian)

Dulina N.V., Shkurin D.V. (2017). Mass surveys of students in Russia: the experience of the Russian society of sociologists. *Social-Humanitarian Herald of the Caspian Sea*. 1-2 (6-7): 40-43. (In Russian)

Filippov A.F. (2009). Sociology of Space. *Sociological Review*. Vol. 8. 3: 3-15. (In Russian)

Grebennikov V.V., Munin D.A., Levashev A.G., Mikhailov A.Yu. (2012). Types of transport availability. *Izvestia vuzov. Invest. Construction. Real Estate*. 1: 56-61. (In Russian)

Kabakova S.I. (1973). Town-planning assessment of the territories of cities. Moscow: *Stroyizdat*, 1973. 153 p. (In Russian)

Moscow authorities announced that already this year the streets of the capital will have unmanned streetcars and cabs // [Electronic resource]. 2022. URL: https://www.dp.ru/a/2022/02/04/Moskva_bespilotnaja_Peter (accessed 22.01.2023). (In Russian)

MTV: Bicycle lanes appeared near VolgGTU and VGSPU in Volgograd // [Electronic resource]. 2022. URL: https://www.vstu.ru/university/press-center/news/obshchestvo/mtv_u_volggtu_i_vgspu_v_volgograde_poyavilis_velodorozhki_/ (accessed 19.01.2023). (In Russian)

Petruneva R.M., Petruneva Yu.V., Avdeyuk O.A., Vasilyeva V.D., Avdeyuk D.N. (2022). To the question of the safety of urban public transport in the city-millionaire: the opinion of students of Volgograd. *PRIMO ASPECTU*. 1 (49): 23-31. (In Russian)

Petruneva R.M., Avdeyuk O.A., Vasilyeva V.D., Avdeyuk D.N., Petruneva Yu.V. (2021). Transport accessibility of the university in a large city: the opinions of students. *Alma mater* (*Bulletin of Higher Education*). 8: 99-104. (In Russian)

Public transport and autopilots // [Electronic resource]. 2018. URL: <http://robotrends.ru/robopedia/obshestvennyy-transport-i-avtopiloty> (accessed 21.01.2023). (In Russian)

Questionnaire for students on satisfaction with conditions of educational activity at the university // [Electronic resource]. 2023. URL: <http://rgatu.ru/oirko/otsenka-kachestva-usloviy-osushchestvleniya-obrazovatelnoj-deyatelnosti-v-universitete> (accessed 20.01.2023). (In Russian)

Rating of Russian cities by quality of public transport // [Electronic resource]. 2022. URL: <https://simetragroup.ru/research-mobility/city-rating-put/> (accessed 7.01.2023). (In Russian)

Safety in public transport: assessment of Russians // [Electronic resource]. 2018. URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/bezopasnost-v-obshhestvennom-transporte-ocenka-rossiyan-> (accessed 20.01.2023). (In Russian)

Statistical Yearbook Volgograd Oblast 2020: collection / Territorial body of the Federal State Statistics Service of the Volgograd Oblast. Volgograd: Volgogradstat. 754 p. // [Electronic resource]. 2021. URL: https://volgastat.gks.ru/storage/mediabank/01_00_011220.pdf (accessed 20.01.2023). (In Russian)

Vedomosti. What the transport system of the future will look like // [Electronic resource]. 2022. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2022/01/20/905770-transportnaya-sistema-buduschego> (accessed 20.01.2023). (In Russian)

Volgograd residents told whether they were able to get used to the new transport scheme // [Electronic resource]. 2022. URL: <https://v1.ru/text/transport/2022/01/22/70394306/> (accessed 19.01.2023). (In Russian)

ДИСКУРС, ДИСКУРСИВНЫЕ ПРАКТИКИ И ТЕКСТ: ВЕКТОРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК 81'11

ББК 81.43-3я43

DOI 10.51955/2312-1327_2023_1_166

ОПЫТ МЕТАДИСКУРСИВНОГО АНАЛИЗА НОВОГОДНИХ ОБРАЩЕНИЙ ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ

*Ольга Александровна Богинская,
orcid.org/0000-0002-9738-8122,
доктор филологических наук, профессор
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
ул. Лермонтова, 83
Иркутск, 664074, Россия
olgaa_boginskaya@mail.ru*

Аннотация. Политический дискурс является не только информационной средой, но и интерактивным пространством взаимодействия, что обуславливает потребность изучения метадискурса как эффективной риторической стратегии. Цель работы заключается в выявлении способов актуализации метадискурса в новогоднем обращении президента как жанровом образовании политического дискурса. Для достижения данной цели выявляются категории метадискурсивных средств, используемые российским президентом и определяются их коммуникативные функции; определяется частотность метадискурсивных средств в рамках выявленных категорий. В качестве материала исследования были использованы новогодние обращения, размещенные на официальном сайте Президента России. Методологической основой послужила таксономия метадискурсивных маркеров, предложенная К. Хайлендом. В ходе исследования выявлены пять категорий метадискурсивных средств (бустеры, хеджи, маркеры отношения, самореференции и взаимодействия), используемых В. Путиным в новогодних обращениях. В дискурсивном пространстве новогоднего обращения данные метадискурсивные средства реализуют следующие коммуникативные функции: экспликация уверенности в истинности пропозиции, демонстрация солидарности с аудиторией, снижение категоричности, экспликация аффективного состояния, вовлечение адресата в диалог, принятие личной ответственности за продуцируемые высказывания. Преобладание бустеров и маркеров отношения, которые способствуют увеличению иллокутивной силы, демонстрируя уверенность адресанта в истинности выдвигаемых положений, и эксплицируют аффективное состояние говорящего, свидетельствует о коммуникативной интенции Путина сконструировать имидж уверенного в себе лидера и установить эмоциональную связь с аудиторией. Полученные результаты указывают на необходимость исследования метадискурсивных категорий как важнейших элементов политической коммуникации. Перспективными представляются межкультурные, интракультурные исследования метадискурсивных стратегий в новогодних обращениях президентов.

Ключевые слова: новогоднее обращение президента, политический дискурс, метадискурс, метадискурсивные маркеры.

METADISCOURSE ANALYSIS OF NEW YEAR'S ADDRESSES OF THE RUSSIAN PRESIDENT

*Olga A. Boginskaya,
orcid.org/0000-0002-9738-8122,
Doctor of Philology, professor
Irkutsk National
Research Technical University,
83 Lermontov street
Irkutsk, 664074, Russia,
olgaa_boginskaya@mail.ru*

Abstract. Political discourse is not only an information environment, but also an interactive space which necessitates the study of metadiscourse as an effective rhetorical strategy. The purpose is to study metadiscourse categories in the genre of the President's New Year's address as one of the genres of political discourse. To achieve this goal, the metadiscourse categories used by the Russian president are identified and their communicative functions are determined; the frequency of markers within the metadiscourse categories is determined. New Year's addresses posted on the official website of the President of Russia were used as research materials. The taxonomy of metadiscourse markers proposed by K. Hyland was adopted as the methodological basis. The study identified five types of metadiscourse markers (boosters, hedges, attitude markers, self-mentions and engagement markers) used by the President in order to construct an effective dialogue with an audience. In the discursive space of the New Year's address, these metadiscourse markers serve the following communicative functions: showing confidence in the truth of a proposition, manifesting solidarity with an audience, mitigating categorialness, showing emotions, engaging the addressee in a dialogue, accepting personal responsibility for the utterances produced. The predominance of boosters and attitude markers that increase the illocutionary force, demonstrating the addresser's confidence in the truth of the propositions, and explicating the speaker's affective stance, indicate Putin's desire to construct an image of a self-confident leader and establish an emotional connection with the audience. The results obtained indicate the need to study metadiscourse categories as crucial elements of political communication. Intercultural, intracultural or diachronic studies of metadiscourse in the New Year's addresses of the presidents seem promising.

Key words: President's New Year's address, political discourse, metadiscourse, hedging, boosting, self-reference, attitude marker.

Введение

Актуальность выбранной темы исследования обусловлена тем, что политический дискурс все чаще рассматривается не только как информационная среда, но и как пространство взаимодействия, что требует изучения метадискурса как эффективной риторической стратегии, которая охватывает способы построения логически связного текста, средства выражения отношения к пропозициональному содержанию и конструирования диалога с аудиторией. Актуальным является и анализ данной категории применительно к жанру новогоднего обращения президента, являющемуся интеракционным по своей природе.

Политический дискурс регулярно оказывается в фокусе внимания исследователей, которые обращают внимание на его различные аспекты:

риторические функции и языковые особенности [Демьянков, 2002; Мингалева, 2018; Романова, 2015; Charteris-Black, 2014; Chilton, 2017; Miššíková, 2007], аргументативные и манипулятивные стратегии [Сальникова, 2011; Bartashova, Polyakova, 2018; Kashiha, 2002; Mai, 2016], жанровые образования и коммуникативные функции [Балашова, 2022; Колегаева, Бедь, 2008; Фролова, 2020], гендерный аспект [Буцык, 2015; Гриценко, 2009; Цыбина, 2019] и др.

Хотя данные исследования являются ценным теоретическим материалом, потенциал изучения политического дискурса с точки зрения реализации в нем различных риторических стратегий не исчерпан. Более того, метадискурсивные паттерны политического дискурса не получили должного внимания на русскоязычном материале и остаются малоизученной областью в российской лингвистике. Представляется, что метадискурс в жанрах политической коммуникации, включая жанр новогоднего обращения президента к народу, заслуживает более пристального внимания исследователей. Знание метадискурсивного аспекта дискурсивных практик, реализующихся в политической сфере, позволит повысить эффективность коммуникации и усилить прагматический эффект высказываний.

В последнее десятилетие категория метадискурса активно используется в качестве аналитического инструмента в исследованиях различных типов дискурсивных практик. Метадискурсивные маркеры анализируются на материале постов в Twitter [Russel, 2011], блогов [Zou, Hyland, 2020], газетных статей [Dafouz-Milne, 2008], рекламных объявлений [Fuertes-Olivera, 2001], научных статей [Hyland, 2005; Takimoto, 2015], судебных речей [Chaemsaitong, 2017] и судебных решений [Mazzi, 2010]. Так, П. Фуэртес-Оливера и др. [Fuertes-Olivera, 2001] исследовали метадискурсивные маркеры в слоганах и заголовках с целью конструирования персуазивных и информативных высказываний. Э. Дафу-Милн [Dafouz-Milne, 2008] предпринял попытку выявить межкультурные различия в использовании метадискурсивных средств в газетных статьях *Times* и *El Pais*. Для описания стилей общения автора и читателя в блогах о путешествиях К. Фу [Fu, 2012] выявил коммуникативные функции бустеров и хеджей. Выбрав в качестве материала исследования постановления Верховного суда США, Д. Мацци [Mazzi, 2010] определил роль маркеров отношения в судебной аргументации. Х. Зу и К. Хайланд продемонстрировали как с помощью метадискурса исследователи реконтекстуализируют научную информацию в жанре блога [Zou, Hyland, 2019]. На материале научных статей М. Такимото определил частотность и функции бустеров и хеджей и пришел к выводу, что метадискурсивные предпочтения авторов ограничены академическими конвенциями той или иной области знания [Takimoto, 2015].

Цель настоящей работы заключается в выявлении способов актуализации метадискурса в жанре новогоднего обращения президента. Для достижения данной цели решаются следующие задачи:

- (1) выявление категорий метадискурсивных средств, используемых российским президентом и определение их коммуникативных функций;
- (2) определение частотности метадискурсивных средств в рамках выявленных категорий.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили 17 новогодних обращений Президента России, тексты которых размещены на официальном сайте Президента *kremlin.ru*.

В качестве методологического субстрата была выбрана метадискурсивная модель К. Хайленда [Hyland, 2005] как наиболее прагматически обоснованная таксономия метадискурсивных средств, использующаяся в качестве аналитического инструмента в целом ряде исследований на материале различных языков. Полагаем, что набор метадискурсивных маркеров, предложенный британским исследователем, позволяет максимально полно охарактеризовать интеракциональный аспект дискурсивных практик и получить представление о коммуникативных интенциях говорящего в различных контекстах ситуации и культуры.

Ниже приведены этапы анализа, представленного в статье.

- (1) Экспортирование текстов новогодних обращений в файл формата Microsoft Word.
- (2) Анализ текстов с целью выявления частотности метадискурсивных маркеров.
- (3) Контекстуальный анализ обнаруженных метадискурсивных маркеров с целью уточнения их коммуникативной функции.
- (4) Классификация обнаруженных метадискурсивных маркеров с привлечением модели К. Хайленда.
- (5) Определение частотности метадискурсивных маркеров в рамках пяти категорий.
- (6) Обобщение полученных результатов в виде таблицы.

Дискуссия

Анализ теоретических источников показал, что жанр обращений президента регулярно оказывается в фокусе внимания зарубежных исследователей, которые исследуют различные его аспекты, включая риторические стратегии. Так, Дж. Хорват предпринял попытку интракультурного исследования персуазивных стратегий в инаугурационных речах Б. Обамы и Дж. Буша [Horváth, 2011]. Тот же интракультурный подход был реализован в работе Р. Бирии и А. Мохаммади, которые проанализировали риторические стратегии в инаугурационных речах нескольких американских президентов и выявили различия в их использовании и языковой реализации [Biria, Mohammadi, 2012]. Е. Мирзайян сравнил метадискурсивные стратегии, используемые Б. Обамой и Д. Трампом в выступлениях, связанных с заключением ядерной сделки с Ираном [Mirzaeian, 2020]. Б.П. Сукма, который исследовал межличностные

маркеры в предвыборных речах Б. Обамы, обнаружил, что американский президент использует различные категории метадискурса, и выявил высокую частотность маркеров отношения, что свидетельствует о попытке установить эмоциональные отношения с электоратом [Sukma, 2017]. Персуазивная функция речей Б. Обамы изучалась и Х. Кашихой, который показал, что с целью вовлечения адресата в диалог и оказания персуазивного воздействия президент США регулярно пользуется метадискурсивными средствами [Kashiha, 2002]. Межкультурный анализ, проведенный С. Резаи и Н. Нурали, имел цель сравнить использование тропов как персуазивных средств в речах иранского и американского президентов [Rezaei, Nourali, 2016].

Следует отметить, что в российском научном пространстве обращение президента как жанр политического дискурса не получило столь пристального внимания, однако и в России есть ряд ученых, объектом исследований которых является данное жанровое образование. Так, А. Сафонова исследовала векторы адаптации политической интенциональности в обращениях президента к Федеральному Собранию и выявила способы варьирования риторики и языка в данном жанре [Сафонова, 2009]. О.Е. Фролова рассмотрела жанровую структуру, содержание и средства выражения, используемые в жанре обращения президента к Федеральному Собранию. Анализ позволил выделить приоритетные темы и языковые средства, используемые с целью воздействия на адресата: местоимение первого лица множественного числа, директивные глаголы и глаголы мнения, модальные слова со значением долженствования и необходимости [Фролова, 2020]. Л.В. Балашова провела лингвокогнитивный анализ концептуально значимых метафор, используемых в обращениях Президента России для описания эпидемиологической и социально-экономической ситуации в стране в период эпидемии COVID-19. Она выявила, что Президент отдает предпочтение языковым, системно организованным переносам, акцентируя внимание на информативной составляющей речи [Балашова, 2022].

Учитывая небольшое количество исследований на материале русского языка, представляется, что метадискурсивные аспекты данного жанра как части российского политического дискурсивного пространства заслуживают более пристального внимания со стороны лингвистов, а малое количество отечественных работ в этой области определяют научную новизну настоящего исследования, направленного в том числе на преодоление разрыва между российской и зарубежной лингвистикой, в которой проблема метадискурса в политической коммуникации получила широкое освещение.

Будучи продуктом социального взаимодействия, обращения президента содержат различные интеракциональные метадискурсивные маркеры – языковые средства, использующиеся для выражения авторской позиции и взаимодействия с адресатом [Hyland, 2005].

В литературе предлагаются различные классификации метадискурсивных средств [Beauvais, 1989; Crismore, 1989; Hyland, 2005; Vande Kopple, 1985]. В большинстве таксономий метадискурсивные маркеры

подразделяются на две категории: текстовые и межличностные. Так, У. Ванде Коппле к текстовым маркерам относит иллокутивные и оценочные маркеры и комментарии, а к межличностным – связки, кодовые глоссы, маркеры уверенности и маркеры нарратива [Vande Kopple, 1985]. Если первые показывают, как отдельные предложения соединяются в связный текст, то вторые помогают выразить авторскую точку зрения по отношению к пропозициональному содержанию и вовлечь адресата в диалог.

А. Крисмор и др. усовершенствовали данную таксономию, подразделив текстовые маркеры на интерпретативные (кодовые глоссы и иллокутивные маркеры) и текстуальные (логические связки, секвенсоры и актуализаторы). В группу межличностных маркеров они включили хеджи, бустеры и атрибутивы [Crismore, 1989].

К. Хайленд предложил несколько иную модель метадискурса, охватывающую интерактивные и интеракционные аспекты. Если интерактивные средства способствуют когерентному представлению информации, интеракционные помогают выстраивать отношения с читателем и эксплицировать авторское отношение к пропозициональному содержанию. К последним К. Хайленд отнес хеджи, бустеры, маркеры отношения, маркеры самореференции и маркеры взаимодействия [Hyland, 2005].

Маркеры сомнения или хеджи используются для смягчения иллокутивной силы высказывания, выражения сомнения в достоверности пропозиции и обеспечивают успешность коммуникации за счет создания ощущения психологического комфорта и предоставления адресату пространства для альтернативных интерпретаций.

Маркеры уверенности или бустеры, напротив, способствуют увеличению иллокутивной силы, эксплицируя уверенность адресанта в истинности выдвигаемых положений и демонстрируя приверженность той или иной точке зрения [ibid.]. Другими словами, в отличие от хеджей, бустеры помогают представить собственную точку зрения как факт, достоверное знание, а не субъективное мнение.

Маркеры отношения используются для экспликации эмоционального состояния говорящего и оценки пропозиционального содержания (удивление, гнев, разочарование и т.д.).

Маркеры самореференции обозначают присутствие говорящего в дискурсе, указывают, кто является субъектом речевого действия и несет ответственность за продуцируемые высказывания.

Маркеры взаимодействия используются с целью вовлечения адресата в диалог в качестве полноправного коммуникативного партнера и усиливают интеракционность дискурса.

Результаты

Президенты обращаются к народу в связи с различными событиями: инаугурацией, праздниками, чрезвычайными ситуациями и др. Данные события формируют отдельные жанры политического дискурса,

реализующие различные коммуникативные функции. Инаугурационная речь, например, произносится президентом с целью выражения признательности за поддержку во время выборов, сплочения народа, представления плана работы на предстоящий срок, демонстрации готовности работать во благо государства и общества и решить имеющиеся социальные и экономические проблемы в стране, реализуя таким образом аффективную, информативную и персуазивную функции. Жанр ежегодного послания Федеральному Собранию реализует информативную и оценочную функции. Президент докладывает о состоянии национальной экономики, ключевых проблемах внутренней и внешней политики и подводит итоги достижений в данных сферах областях. Кроме того, послания служат ориентиром для дальнейшей деятельности Правительства и Федерального Собрания, обозначая задачи для дальнейшего развития, что позволяет говорить о реализации в текстах посланий и прескриптивной функции. Экстренные обращения к народу реализуют цель информирования о решениях, принятых в условиях чрезвычайных ситуаций, и убеждения в целесообразности предпринимаемых мер, что позволяет говорить о присущей данному жанру информативной и персуазивной функциях.

Новогоднее обращение президента транслируется в канун Нового года и реализует цель подвести итоги уходящего года и очертить перспективы на наступающий, укрепить позитивный эмоциональный настрой и продемонстрировать уважительное отношение к народу. Интересно отметить, что российская традиция новогоднего обращения главы государства к народу была положена в 1941 году председателем ЦИК Советского Союза М.И. Калининым, который обратился к советскому народу в радиообращении. В 1970 году данная традиция была возобновлена Генеральным секретарем ЦК КПСС Л. Брежневым, новогодние обращения которого больше напоминали годовые отчеты о результатах политической деятельности, реализуя исключительно информативную функцию. Преемники Л. Брежнева, Ю. Андропов и К. Черненко отказались от практики обращения к народу в канун Нового года, и только в 1985 году Генеральный секретарь ЦК КПСС М. Горбачев возродил данную традицию. Следует отметить, что в горбачевский период новогодние обращения имели довольно необычный формат: к советскому народу обращался не советский лидер, а американский, а Горбачев поздравлял американский народ, что знаменовало окончание «холодной войны». В современной России традиция новогоднего обращения к народу была продолжена Б. Ельциным. Интересно, что в фокусе его выступлений были уже не политические вопросы, а семейные ценности и традиции. Нынешний президент России В. Путин ежегодно обращается к российскому народу в канун Нового года с пожеланиями здоровья, счастья, радостных событий. Подведение итогов уходящего года является неотъемлемой частью таких выступлений.

Прежде чем приступить к метадискурсивному анализу текстов новогодних обращений Президента, дадим краткую характеристику данного жанра в дискурсивном пространстве политического дискурса, опираясь на

модель, включающую следующие экстралингвистические элементы: участники коммуникации: адресант и адресат, коммуникативная ситуация, канал связи, структура, коммуникативная функция.

Участники коммуникации. Адресантом является Президент России, который либо отождествляет себя с российским народом, либо эксплицирует свою личностную ипостась. Адресат новогоднего обращения – общность людей как единое целое – граждане России – всегда эксплицирован в речи: *Уважаемые граждане России! Друзья! Дорогие друзья!*

Коммуникативная ситуация. Коммуникативная ситуация связана с наступлением Нового года, которое является стимулом данного жанра. Российский Президент произносит свою речь за 5 минут до его начала в рамках заранее записываемого телеобращения.

Канал связи. Канал, через который осуществляется коммуникация, – устный, опосредованный средствами телекоммуникации.

Структурными элементами данного жанра являются:

1) обращение к адресату: *Уважаемые граждане России! Дорогие друзья!*

2) обозначение повода: *Время приближает нас к Новому, 2019 году.*

3) итоги уходящего года: *Мы столкнулись с колоссальными вызовами, но научились жить в таких жёстких условиях, решать сложные задачи – и смогли это сделать благодаря нашей солидарности.*

4) планы на будущий год: *Нам предстоит решить немало насущных задач в экономике, науке и технологиях, в здравоохранении, образовании и культуре.*

5) аксиологический компонент: *Сплоченность, дружба, бескорыстная любовь к России умножают наши силы для достойных поступков и высоких достижений.*

6) поздравление: *Поздравляю вас с праздником!*

7) пожелания: *Искренне желаю вам радости и благополучия, а нашей Родине, нашей любимой России – успехов и процветания.*

Коммуникативная функция. Выступления российского лидера реализуют несколько коммуникативных функций: информативную, аффективную и имиджеформирующую. Реализация данных функций требует использования не только дискурсивных, но и метадискурсивных средств.

Частотность метадискурсивных маркеров, найденных в корпусе исследуемых текстов новогодних обращений, представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Частотность метадискурсивных маркеров в корпусе текстов

Метадискурсивные маркеры	Количество	Доля
Хеджи	18	2
Бустеры	669	55.5
Маркеры отношения	374	31
Маркеры самореференции	4	0.3
Маркеры взаимодействия	137	11.2
Итого	1199	100

Как видно из таблицы, пять категорий метадискурса используются Президентом с различной частотностью. Наиболее продуктивными являются бустеры (769 употреблений), в то время маркеры самореференции встречаются в исследуемых текстах крайне редко (4 употребления). Хеджи, выражающие сомнение в достоверности пропозиции и снижающие категоричность высказываний, также являются непродуктивными в анализируемом корпусе. Их доля составляет лишь 2%.

Бустеры

Основной функцией бустеров является устранение сомнений в истинности пропозиции и исключение потенциальных контраргументов. Путин регулярно использует данные маркеры для конструирования имиджа уверенного в себе лидера, который не сомневается в истинности и правильности того, что делает и говорит.

(1) *Испытания и беды **обязательно** проходят. Так было **всегда**.*

(2) ***Убеждён**, вместе мы **всё** преодолеем, наладим и восстановим нормальную жизнь.*

Говорящий не оставляет адресату пространство для дальнейших дискуссий и альтернативных точек зрения. Маркеры уверенности (*убежден, обязательно*) и интенсивности (*всё, всегда*) подчеркивают достоверный характер пропозиций, благодаря чему высказывания приобретают категоричный характер. Их коммуникативные функции – устранить сомнения в истинности пропозиции и интенсифицировать оценку относительно ее нейтрального проявления.

Анализ показал, что самыми частотными единицами, используемыми с целью усиления категоричности высказываний, являются эпистемические наречия *конечно, безусловно*, личные местоимения первого лица множественного числа *мы* и притяжательное местоимение *наш*.

(3) ***Конечно**, нерешённых проблем ещё очень много.*

(4) *Но всё же **мы точно** знаем, что добиться лучшего для себя, для своей семьи, для родной страны можно лишь собственными усилиями, общей слаженной работой.*

(5) *Этот год **мы** прошли вместе, с достоинством, как и подобает единому народу.*

(6) *В наступающем году **нам** вместе предстоит решить немало задач, и год будет таким, каким **мы** сами его сделаем, насколько эффективно, творчески, результативно будет трудиться каждый из **нас**.*

Отметим, что личные местоимения являются эффективным риторическим инструментом увеличения иллюкативной силы высказывания путем апелляции к общим знаниям, общей истории, общим традициям. В (4) и (5) местоимение *мы* помогает говорящему поместить адресата в рамки общего прошлого, знание о котором доступно всем членам российского общества. В (6) трехкратное употребление личных местоимений – *нам, мы, нас* – служит цели сплочения российского народа, которому предстоит сообща решать важные для государства задачи. Интересно, что маркеры

солидарности оказались наиболее частотными лексическими единицами, используемыми в текстах обращений (4.5%²⁵).

Как показал анализ, В. Путин регулярно использует еще одну лексико-грамматическую категорию бустеров – прилагательные и наречия в превосходной степени, которые помогают устранить любые сомнения в истинности пропозиции:

(7) *Самое главное, что все трудности уходящего года мы преодолевали вместе.*

(8) *Они побуждают нас более внимательно взглянуть в жизнь, прислушаться к своей совести, отбросить мелкое, суетное и по-настоящему оценить **самое важное**.*

Данные метадискурсивные маркеры не только исключают любые альтернативные взгляды, но и подчеркивают значимость обсуждаемого явления, процесса, ситуации, тем самым способствуя увеличению иллюкативной силы высказывания.

(9) *Любовь к Родине – одно из **самых мощных**, возвышающих чувств.*

В данном примере прилагательное в превосходной степени интенсифицирует эмоциональное состояние Президента, оценивающего чувство к Родине как одно из самых сильных чувств, свойственных человеку.

Хеджи

Хеджи или маркеры сомнения уменьшают категоричность высказываний и эксплицируют неуверенность адресанта в истинности пропозиционального содержания. Именно поэтому, как представляется, данные языковые средства крайне редко используются в речах Президента, цель которых внушить адресату доверие к деятельности Президента и убедить в правильности выбранного им курса. Тем не менее, в ходе анализа были найдены 18 высказываний, в которых использовались средства смягчения категоричности. Приведем пример.

(10) *И сейчас **кажется**, что уходящий год вместил в себя груз нескольких лет.*

Предикат *кажется* эксплицирует субъективную оценку говорящим итогов уходящего года. При этом оценка в рамках рефлексивного высказывания не оказывает значительного влияния на конструируемый образ, который формируется главным образом многочисленными бустерами.

Таким образом, анализ показал, что российский Президент, склонный опираться только на факты и знания, избегает хеджирования, которое снижает степень достоверности пропозиций.

Маркеры отношения

Маркеры отношения являются вторыми по частотности метадискурсивными средствами в обращениях Президента к народу в новогоднюю ночь. Они помогают говорящему выразить свое отношение к пропозиции, эксплицировать эмоциональное состояние, подчеркнуть

²⁵ Данный результат был получен с помощью программы *istio.com*, которая определяет общее количество и частотность слов в тексте.

значимость того или иного объекта или явления. Аффективная природа данных маркеров объясняет их частое использование в исследуемом жанре, коммуникативными целями которого являются оценка событий уходящего года и передача аудитории эмоционального состояния говорящего.

Как показал анализ, среди маркеров отношения наиболее частотными оказались маркеры оценки и маркеры эмоционального состояния. Приведем пример.

(11) *В такое **непростое** время, как сейчас, очень важен настрой на созидание, стремление обязательно реализовать свои личные планы и принести пользу обществу и родной стране.*

С помощью прилагательного *непростое* Путин дает оценку ситуации, сложившейся в стране в связи с пандемией. В следующем высказывании лексема с эмоциональной коннотацией помогает охарактеризовать болезнь как таящую в себе угрозу для человечества.

(12) ***Коварная** болезнь унесла десятки тысяч жизней.*

Использование данного маркера указывает на степень эмоциональности Президента, эксплицирует его опасения, связанные с распространением болезни.

Маркеры самореференции

Маркеры самореференции используются для экспликации авторского присутствия и представлены личными и притяжательными местоимениями первого лица. Как показал количественный анализ, данная категория метадискурса оказалась наименее продуктивной. Языковыми средствами самореференции, используемыми Президентом, являются личные местоимения первого лица единственного числа. Приведем примеры из корпуса.

(13) ***Я** искренне всем вам желаю крепкого здоровья, веры, надежды и любви, как близким и дорогим людям.*

(14) ***Я** желаю вам, чтобы все намеченное получилось.*

В приведенных высказываниях маркер самореференции используется для выражения пожелания и указывает на коммуникативное намерение говорящего акцентировать личностную ипостась. Местоимение *я* четко указывает, как следует интерпретировать данное высказывание: это выраженное желание конкретного человека, а не обезличенного представителя политического института.

Маркеры взаимодействия

Маркеры взаимодействия используются для вовлечения адресата в диалог в качестве равноправного партнера и представлены глаголами с семантикой побуждения к действию, местоимениями второго лица и существительными в функции обращения:

(15) ***Давайте** в эти мгновения помечтаем о самом светлом, о мире и благополучии, о счастье и радости для всех, кто рядом, кто нам дорог, для всей нашей страны.*

(16) ***Пора встречать и сказать** самые тёплые слова своим близким.*

Побудительные конструкции эксплицируют присутствие как адресанта, так и адресата, вовлекая последнего в дискурс.

(17) *Уважаемые **граждане** России! Дорогие друзья!*

(18) *Счастья **вам** в новом, наступающем, 2021 году!*

Персонализация адресата с помощью личных местоимений *вы, вам, вас* и существительных в функции обращения создает видимость прямого взаимодействия между говорящим и аудиторией.

Вопросительные конструкции, которые также являются эффективным средством конструирования диалога с адресатом, отсутствовали в исследуемом корпусе.

Заключение

В представленном исследовании была предпринята попытка метадискурсивного анализа жанра новогоднего обращения президента с использованием количественного и интерпретативного методов. В поисках ответов на поставленные вопросы в ходе исследования были выявлены важные тенденции в использовании метадискурсивных маркеров для конструирования эффективного диалога с аудиторией.

Исследование показало, что российский Президент использует все пять категорий интеракциональных метадискурсивных маркеров, представленных в модели К. Хайленда. Как показал анализ, данные маркеры реализуют следующие прагматические функции: экспликация уверенности в истинности пропозиции, демонстрация солидарности с аудиторией, снижение категоричности, экспликация аффективного состояния, вовлечение адресата в диалог, принятие личной ответственности за продуцируемые высказывания. Преобладание бустеров и маркеров отношения в текстах новогодних обращений к гражданам России демонстрирует желание В. Путина сконструировать имидж уверенного в себе лидера государства, установить эмоциональную связь с аудиторией, объединить нацию и продемонстрировать доброжелательное отношение к своему народу.

Представленные в настоящей статье результаты указывают на необходимость исследования метадискурсивных категорий как важнейших элементов политической коммуникации, реализующей преимущественно персуазивную и имиджеконструирующую функции. Перспективным представляется межкультурное исследование метадискурсивных стратегий в новогодних обращениях российского Президента и президентов других стран, диахронический анализ метадискурсивных маркеров в обращениях В. Путина или интракультурный анализ метадискурса в новогодних обращениях руководителей СССР и России. Интересным представляется и анализ частотности и разновидностей лексико-грамматических средств, участвующих в актуализации метадискурсивных стратегий.

Библиографический список

- Балашова Л.В.* Жанр обращения Президента России к ее гражданам в период первой волны пандемии КОВИД-19 в зеркале концептуальной метафоры // *Жанры речи*. 2022. № 17-2(34). с. 115-132.
- Буцък Е.Д.* Конструирование гендерной идентичности в политическом дискурсе // *Вестник МГИМО*. 2015. №2(42). С. 167-172.
- Гриценко Е.С.* Женщины и женственность в американском предвыборном дискурсе // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 19. Лингвистика и межкультурная коммуникация*. 2009. № 3. С. 112-123.
- Демьянков В.З.* Политический дискурс как предмет политологической филологии // *Политическая наука. Политический дискурс: История и современные исследования*. 2002. № 3. с. 31-44.
- Колегаева А.В., Бедь М.* Функционирование речевого жанра "поздравление" в политическом дискурсе // *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2008. № 2(34). с. 140-143.
- Мингалева О.В.* Воздействие посредством метафоры в политическом дискурсе // *Теория языка и межкультурная коммуникация*. 2018. № 1(28). с. 82-87.
- Романова Т.В.* Фрейм-структура как инструмент анализа тональности политического дискурса (на примере политического дискурса нижегородского региона) // *Когнитивные исследования языка*. 2015. № 23. с. 513-519.
- Сальникова И.М.* Речевое воздействие в англоязычном политическом медиа-дискурсе (на примере спортивного концепта лузер) // *Вестник Челябинского государственного университета*. 2011. № 11. с. 126-128.
- Сафонова А.А.* Векторы адаптации политических текстов к условиям функционирования (на материале Посланий Президента // *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 2: Языкознание*. 2009. № 2(10). с. 83-87.
- Фролова О.Е.* Послание президента Федеральному собранию: жанр, содержание и средства выражения // *Русская речь*. 2020. № 6. с. 67–81.
- Цыбина Н.А.* Гендерный аспект политического дискурса // *Вестник Челябинского государственного университета*. 2019. № 1 (423). С. 145-150.
- Bartashova O., Polyakova S.* Manipulating the Mechanism of Epistemic Vigilance in Political and Legal Discourses // *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 2018. № 5(11). p. 707-715.
- Beauvais p.* A speech-act theory of metadiscourse // *Written Communication*. 1989. № 6(1). p. 11-30.
- Biria R., Mohammadi A.* The socio-pragmatic functions of inaugural speech: A critical discourse analysis approach // *Journal of Pragmatics*. 2012. № 44(10). p. 1290-1302.
- Chaemsathong K.* Evaluative stancetaking in courtroom opening statements // *Folia Linguistica*. 2017. № 51(1). p. 103-132.
- Charteris-Black J.* Analysing political speeches // *Rhetoric, discourse and metaphor*. 2014. № 17(3). p. 447-449.
- Chilton p.* Toward a neuro-cognitive model of socio-political discourse, and an application to the populist discourse of Donald Trump // *Langage et société*. 2017. № 160-161(2-3). p. 237-249.
- Crismore A.* Talking with Readers: Metadiscourse as Rhetorical Act. New York: Peter Lang, 1989. 282 p.
- Dafouz-Milne E.* The pragmatic role of textual and interpersonal metadiscourse markers in the construction and attainment of persuasion: a cross-linguistic study of newspaper discourse // *Journal of Pragmatics*. 2008. № 40(1). p. 95–113.
- Fu X.* The use of interactional metadiscourse in job postings // *Discourse Studies*. 2012. № 14(4). p. 399–417.

- Fuertes-Olivera P.-A.* Persuasion and advertising English: metadiscourse in slogans and headlines // *Journal of Pragmatics*. 2001. № 33. p. 1291–1307.
- Horváth J.* Critical discourse analysis of Obama's political discourse. 2011. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.scribd.com/doc/39586848/html> (accessed 10.11.2022).
- Hyland K.* Metadiscourse: Exploring Interaction in Writing. London, UK: Continuum, 2005. 230 p.
- Kashiha H.* On persuasive strategies: metadiscourse practices in political speeches // *Discourse and Interaction*. 2002. № 15 (1). p. 77-100.
- Mai H.* An intercultural analysis of meta-discourse markers as persuasive power in Chinese and American political speeches // *International Journal of Language and Linguistics*. 2016. № 4(6). p. 207–219.
- Mazzi D.* “This argument fails for two reasons ...”: A linguistic analysis of judicial evaluation strategies in US supreme court judgments // *International Journal for the Semiotics of Law*. 2010. № 23. p. 373–385.
- Mirzaeian E.* An Intra-cultural Analysis of Interpersonal Metadiscourse Markers Used in Obama and Trump’s Speeches on the Iran Nuclear Deal // *Corpus Pragmatics*. 2020. № 4. p. 191-205.
- Miššiková G.* Maxim hedges in political discourse: A contrastive perspective // *Topics in Linguistics*. 2007. № 1. 145-152.
- Rezaei S., Nourali N.* Language and power: The use of persuasive techniques in Iran and U.S. president speeches // *Journal of Language Teaching and Research*. 2016. № 7(6). p. 1203-1209.
- Russell A.* The Arab spring extra-national information flows, social media and the 2011 Egyptian uprising // *International Journal of Communication*. 2011. № 5. p. 1238–1247.
- Sukma B.P.* Interpersonal metadiscourse markers as persuasive strategies in Barack Obama’s 2012 campaign speeches // *Kompleks Indonesia Peace and Security Center*. 2017. № 29(2). p. 283–292.
- Takimoto M.* A Corpus-based analysis of hedges and boosters in English academic articles // *Indonesian Journal of Applied Linguistics*. 2015. № 5(1). p. 95–105.
- Vande Kopple W.* Some exploratory discourse on metadiscourse // *College Composition and Communication*. 1985. № 36(1). p. 82-93.
- Zou H., Hyland K.* Reworking research: Interactions in academic articles and blogs // *Discourse Studies*. 2019. № 21(6). p. 713-733.
- Zou H., Hyland K.* “Think about how fascinating this is”: Engagement in academic blogs across disciplines // *Journal of English for Academic Purposes*. 2020. № 43. p. 100809.

Источники иллюстративного материала

- Новогодние обращения Президента РФ к гражданам России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru> (дата доступа: 10.11.2022).

References

- Balashova L.V.* (2022). The genre of the Russian Federation’s President’s address to its citizens during the first wave of the COVID-19 pandemic in the mirror of a conceptual metaphor. *Zhany rechy*. 17-2(34): 115-132 (in Russian).
- Bartashova O., Polyakova S.* (2018). Manipulating the Mechanism of Epistemic Vigilance in Political and Legal Discourses. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 5(11): 707-715.
- Beauvais p.* (1989). A speech-act theory of metadiscourse. *Written Communication*. 6(1): 11-30.
- Biria R., Mohammadi A.* (2012). The socio-pragmatic functions of inaugural speech: A critical discourse analysis approach. *Journal of Pragmatics*. 44(10): 1290-1302.
- Butsyk E.D.* (2015). Construction of gender identity in political discourse. *Vestnik MGIMO*. 2 (42): 167-172. (in Russian)
- Chaemsaihong K.* (2017). Evaluative stancetaking in courtroom opening statements. *Folia Linguistica*. 51(1): 103-132.

- Charteris-Black J.* (2014). Analysing political speeches. *Rhetoric, discourse and metaphor*. 17(3): 447-449.
- Chilton p.* (2017). Toward a neuro-cognitive model of socio-political discourse, and an application to the populist discourse of Donald Trump. *Langage et société*. 160-161(2-3): 237-249.
- Crismore A.* (1989). *Talking with Readers: Metadiscourse as Rhetorical Act*. New York: Peter Lang, 1989. 282 p.
- Dafouz-Milne E.* (2008). The pragmatic role of textual and interpersonal metadiscourse markers in the construction and attainment of persuasion: a cross-linguistic study of newspaper discourse // *Journal of Pragmatics*. 40(1): 95–113.
- Demyankov V.Z.* (2002). Political discourse as a subject of political linguistics. *Political science*. 3: 31-44. (in Russian).
- Frolova O.E.* (2020). Message of the President to the Federal Assembly: genre, content and means of expression. *Russian speech*. 6: 67–81 (in Russian).
- Fu X.* (2012). The use of interactional metadiscourse in job postings. *Discourse Studies*. 14(4): 399–417.
- Fuertes-Olivera P.-A.* (2001). Persuasion and advertising English: metadiscourse in slogans and headlines. *Journal of Pragmatics*. 33: 1291–1307.
- Gritsenko E.S.* (2009). Women and Femininity in American Electoral Discourse. *Vestnik of Moscow university. Linguistics and intercultural communication*. 3: 112-123. (in Russian)
- Horváth J.* (2011). Critical discourse analysis of Obama's political discourse [Electronic resource]. URL: <http://www.scribd.com/doc/39586848/html> (accessed 10.11.2022).
- Hyland K.* (2005). *Metadiscourse: Exploring Interaction in Writing*. London, UK: Continuum, 2005. 230 p.
- Kashiha H.* (2002). On persuasive strategies: metadiscourse practices in political speeches. *Discourse and Interaction*. 15(1): 77-100.
- Kolegaeva A.V., Bed M.* (2008). Functioning of the speech genre "congratulation" in political discourse. *Bulletin of Kemerovo State University*. 2(34): 140-143 (in Russian).
- Mai H.* (2016). An intercultural analysis of meta-discourse markers as persuasive power in Chinese and American political speeches. *International Journal of Language and Linguistics*. 2016. 4(6): 207–219.
- Mazzi D.* (2010). "This argument fails for two reasons ...": A linguistic analysis of judicial evaluation strategies in US supreme court judgments. *International Journal for the Semiotics of Law*. 23: 373–385.
- Mingaleva O.V.* (2018). The impact through a metaphor in political discourse. *Theory of language and intercultural communication*. 1(28): 82-87 (in Russian).
- Mirzaeian E.* (2020). An Intra-cultural Analysis of Interpersonal Metadiscourse Markers Used in Obama and Trump's Speeches on the Iran Nuclear Deal. *Corpus Pragmatics*. 4: 191-205.
- Miššíková G.* (2007). Maxim hedges in political discourse: A contrastive perspective. *Topics in Linguistics*. 1: 145-152.
- Rezaei S., Nourali N.* (2016). Language and power: The use of persuasive techniques in Iran and U.S. president speeches. *Journal of Language Teaching and Research*. 7(6): 1203-1209.
- Romanova T.V.* (2015). Frame structure as a tool for analyzing the tone of political discourse (on the example of political discourse in Nizhny Novgorod region). *Cognitive studies of language*. 23: 513-519 (in Russian).
- Russell A.* (2011). The Arab spring extra-national information flows, social media and the 2011 Egyptian uprising. *International Journal of Communication*. 5: 1238–1247.
- Safonova A.* (2009). Vectors of adaptation of political texts (based on the presidential addresses). *Bulletin of Volgograd State University. Linguistics*. 2(10): 83-87 (in Russian).
- Salnikova I.M.* (2011). Speech influence in the English-language political media discourse (on the example of the sports concept loser). *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 11: 126-128. (in Russian).

- Sukma B.P.* (2012). Interpersonal metadiscourse markers as persuasive strategies in Barack Obama's 2012 campaign speeches. *Kompleks Indonesia Peace and Security Center*. 2017. 29(2): 283–292.
- Takimoto M.* (2015). A Corpus-based analysis of hedges and boosters in English academic articles. *Indonesian Journal of Applied Linguistics*. 5(1): 95–105.
- Tsybina N.A.* (2019). Gender aspect of political discourse. *Bulletin of the Chelyabinsk State University*. 1(423): 145-150.
- Vande Kopple W.* (1985). Some exploratory discourse on metadiscourse. *College Composition and Communication*. 1985. 36(1): 82-93.
- Zou H., Hyland K.* (2019). Reworking research: Interactions in academic articles and blogs. *Discourse Studies*. 21(6): 713-733.
- Zou H., Hyland K.* (2020). "Think about how fascinating this is": Engagement in academic blogs across disciplines. *Journal of English for Academic Purposes*. 43: 100809.

Sources of illustrative materials

New Year's Addresses of the President of Russia to the citizens [Electronic resource]. URL: <http://www.kremlin.ru> (accessed 10.11.2022).

УДК 811.111

ББК 81.432.1

DOI 10.51955/2312-1327_2023_1_181

ЛИНГВОКРЕАТИВНОСТЬ В ДИСКУРСИВНОМ КОНСТРУИРОВАНИИ ЕДЫ БУДУЩЕГО В АНГЛОЯЗЫЧНОМ МЕДИАДИСКУРСЕ

*Татьяна Ивановна Семенова,
orcid.org/0000-0002-8929-699X,
доктор филологических наук, профессор
Иркутский государственный университет,
ул. Карла Маркса, 1
Иркутск, 664025, Россия
tisemenova54@mail.ru*

Аннотация. С позиций когнитивно-дискурсивной парадигмы проведено исследование лингвокреативного потенциала языковых средств и когнитивных механизмов концептуальной интеграции и сдвига фокуса внимания в дискурсивном конструировании модели еды будущего в англоязычных информационно-аналитических статьях. Как проявление лингвокреативности анализируется нарушение нормы сочетаемости языковых единиц и обосновываются когнитивные процессы порождения новых концептов и концептуальных структур в дискурсивной деятельности. Высвечивается лингвокреативный потенциал номинативных единиц оксюморонного и имитирующего типа в структурировании знания о еде будущего, для которых значимыми концептуальными признаками становятся признаки 'отсутствие мяса в продукте' и 'сходство с настоящим мясом'. Исследуется прагматика производных номинаций с лексемой *meat* (*meatless*, *meat free*, *meatish*, *meaty*, *meatlike*) в качестве мотивирующей основы в целях реализации коммуникативной интенции вызвать положительные

ассоциации в модели мира адресата, связанные с фоновыми знаниями о мясе, его вкусовыми качествами. Результаты исследования могут внести вклад в дальнейшее изучение проявления механизмов, результатов, процессов лингвистической креативности в решении когнитивных задач и в реализации коммуникативных интенций в медиадискурсе.

Ключевые слова: вариативное конструирование мира, лингвокреативность, номинация, словообразовательная модель, концептуальная интеграция, ментальная модель, сдвиг фокуса внимания.

LINGUISTIC CREATIVITY IN DISCURSIVE MODELING OF THE FUTURE FOOD VISION IN ENGLISH MEDIA DISCOURSE

*Tatiana I. Semenova,
orcid.org/0000-0002-8929-699X,
Doctor of Sciences (Philology), Professor
Irkutsk State University,
1, Karl Marx Str.
Irkutsk, 664025, Russia
tisemenova54@mail.ru*

Abstract. Linguistic creativity is viewed as a cognitive and discursive phenomenon. The paper discusses creative language use in discursive construal of future food vision in English media. Of central concern in the study is the issue of how the creative potential of the language system is realized in the process of alternative construal of the future food vision in the English media discourse. The study considers cognitive operations of conceptual integration, focus shift involved in alternative construal of fake meat products in English media discourse. The author highlights the issue that the concept FAKE MEAT is a way of conceptualizing food made from plants with the appearance of meat thus being like meat and being different from meat. The study brings into focus the violation of the language norm as potential resource for creativity. The paper reveals pragmatic potential of the conceptual blends like *meatless meat* and *fake meat* in shaping health and environmental benefits of a meat-free food style in media discourse. The results obtained may be helpful for further research into the linguistic realization of creativity in media discourse.

Key words: alternative construal of the world, lingvocreativity, nomination, world-building model, conceptual integration, mental model, focus shift.

Введение

Лингвокогнитивный феномен «конструирование мира» (alternative construal of the world) базируется на идее выбора альтернативных способов языковой объективации ментальных структур с опорой на когнитивные процессы сдвига фокуса внимания, профилирования, различения фона и фигуры, фреймовой организации знания, когнитивного моделирования [Langacker, 2002; Lee 2004; Kövecses 2006; Кубрякова, 2004; Болдырев 2019]. В ракурсе концепции «миропорождения» рассматривается миромоделирующий потенциал дискурса, «а все принимающие участие в этом процессе языковые формы – как служащие построению такого «возможного мира» [Кубрякова, 2004, с. 522]. Как содержательную характеристику дискурса Ю. С. Степанов выделяет связь дискурса с созданием «возможных миров», с репрезентацией дискурсом «особой

социальной данности» [Степанов, 1995, с. 38-39]. Общеизвестным является представление о том, что за каждым типом дискурса проступает свой «возможный мир», в нашем исследовании таким «возможным миром» предстаёт когнитивно-дискурсивное конструирование модели еды будущего.

Выбор языковых средств означивания многообразия внеязыковой реальности коррелирует со способом конструирования дискурсивного возможного мира, соответствующего коммуникативной интенции говорящего. В этой связи Е. С. Кубрякова обосновывает проблему языкового конструирования мира как проблему выбора определённых средств номинации «в зависимости от интенции говорящего и для достижения конкретных целей» [Кубрякова, 2004, с. 327]. Вариативность языковой объективации формируемой в сознании человека новой структуры знания сопряжена с креативной природой речемыслительной деятельности человека, с особенностями восприятия и конструирования внеязыковой реальности.

Важность и необходимость изучения когнитивных механизмов и принципов языкового творчества в порождении новых смыслов и новых языковых единиц в процессе креативного использования ресурсов языка в коммуникативном взаимодействии определяет *актуальность* настоящего исследования. *Цель* исследования заключается в выявлении и обосновании когнитивных механизмов реализации лингвокреативности в концептуализации ментальной модели еды будущего в англоязычных информационно-аналитических медиатекстах.

Материалы и методы

Эмпирическим материалом исследования послужил корпус из 65 статей информационно-аналитической направленности за период 2019-2023 годов, размещённых в изданиях The Guardian, The Independent, The New York Times, тематической доминантой которых является образ еды будущего (future food vision).

Анализ и результаты

Проблема соотношения языковых и когнитивных структур на разных уровнях их взаимодействия в процессах языковой деятельности поднимает вопрос о том, «действительно ли язык **отражает** мир или же в определённом смысле **творит** и **созидает** его» [Кубрякова, 2012, с. 147]. Признание центральной роли человека в процессах познания, в формировании значения языкового знака, в интерпретации мира, выводит в исследовательский фокус изучение когнитивных механизмов, результатов, процессов языковой и мыслительной креативности. Проблема связи языкового творчества с теми знаниями о мире и о языке, которыми располагает человек, выдвигает лингвокреативность «в состав ключевых метаязыковых единиц языка» [Смирнова, 2021, с. 89]. Лингвокреативность трактуется «как процесс появления новых когнитивных образований и концептуальных структур, а также объективация их в языковых выражениях» [Ирисханова, 2004, с. 33]. Лингвистика креатива включает в себя изучение самых разных векторов

проявления творческой инициативы говорящих в реализации потенциала языка [Лингвистика креатива – 4, 2018]. Обращение к проблематике лингвокреативности свидетельствует о ее проявлении на всех уровнях языковой системы и о реализации лингвокреативных процессов в разных типах дискурса и различных дискурсивных практиках [Carter, 2015; Беляевская, 2022; Гришаева 2022; Лингвокреативность в дискурсах..., 2021; Лингвистика креатива – 5, 2020].

Постулирование необходимости рассмотрения лингвокреативности «на пересечении системных и речевых аспектов» [Ирисханова, 2004, с. 121] получает дальнейшее развитие в исследовании соотношения языковой нормы и ее вариативности / девиантности «в их диалектическом и взаимодействующем единстве» [Зыкова, 2017, с. 605]. Присущее норме свойство вариативности «допускает адаптацию языкового употребления к постоянно меняющимся условиям коммуникации» [Беляевская, 2022, с. 62]. В контексте сложных связей между нормативностью, конвенциональностью и окказиональностью анализирует феномен креативности Л. И. Гришаева [Гришаева, 2022]. В реализации креативного потенциала языка в речи Е. Г. Беляевская высвечивает системность в креативном использовании языковых средств, что позволяет рассматривать лингвистическую креативность как «тестирование вариативного потенциала языковой системы в процессе дискурсивной деятельности говорящего с учётом возможных пределов расширения нормы» [Беляевская, 2022, с. 67-68]. Релевантность фактора нормы в креативном характере языковой деятельности обусловлена тем, что «понять и осмыслить феномен лингвокреативности можно **только на фоне нормы**» [Гришаева, 2022, с. 19].

В ракурсе когнитивно-дискурсивной парадигмы лингвокреативность, как и любое языковое явление, подлежит изучению и осмыслению в когнитивном и коммуникативном аспектах. С когнитивных позиций анализ лингвокреативности нацелен на установление ее роли в осмыслении и категоризации новых фрагментов внеязыковой действительности и сфер опыта, коммуникативный же ракурс высвечивает роль лингвокреативности в дискурсивной деятельности, в процессе которой происходит выбор более эффективных в прагматическом плане языковых средств и когнитивных стратегий для реализации коммуникативной интенции. Так, американский лингвист-когнитолог Д. Ли, опираясь на главный постулат когнитивной лингвистики о зависимости значения всех языковых форм от когниции, характеризует когнитивную основу креативности в языке как способность человека находить новые средства для фиксации новых структур знания в целях решения определённой коммуникативной и когнитивной задачи [Lee, 2004, р. 200-201]. Когнитивно-дискурсивную сущность лингвокреативности обуславливает как возможность выбора и создания инновационной номинации, так и реализация в дискурсе определённой речевой интенции [Кшеновская, 2020]. Л. И. Гришаева видит в креативности возможность субъективного решения «некоторой когнитивной и коммуникативной задачи в конкретных коммуникативных условиях» [Гришаева, 2022, с. 19].

Возможности и границы актуализации креативного потенциала языковой системы, способы манифестации лингвокреативности в разных дискурсах исследуются в зависимости от типа дискурса, его функций и прагматической направленности [Лингвокреативность в дискурсах..., 2021]. Как сфера лингвокреативностей деятельности изучается массмедийный дискурс. Так, например, в медийном дискурсе рассматривается прагматический потенциал лингвокреативности и реализация когнитивных механизмов, обеспечивающих формирование лингвокреатива [Шмелева, 2020].

Трактовка дискурса как сложной системы порождения, трансфера, иерархии разных типов знания, способов их концептуальной организации и языковой репрезентации [Кубрякова 2004; Dijk, 2014; Болдырев, 2019] предполагает наличие интегрированных когнитивных моделей в качестве основы обработки и интерпретации дискурса. В теории когнитивных моделей Т. А. ван Дейка ментальная модель представляет собой структуру организации знания о фрагменте мира, представление о котором конструируется в дискурсивной деятельности [Дейк ван, 1989, с. 69-70]. Когнитивные модели выступают в качестве «референциальной основы когнитивной интерпретации дискурса» [Там же, с. 141]. Конструируемая реципиентами ментальная модель фрагмента мира, представленная в дискурсивном пространстве, может не совпадать полностью с той моделью, которую журналист-адресант хотел бы сформировать в сознании адресата, однако вариативность ее интерпретации ограничена социо-культурным контекстом, включающим знания, оценки, убеждения, мнения, ценностные установки участников социального взаимодействия.

Адресатность дискурса как его конституирующая характеристика [Кубрякова, 2012, с. 123] обуславливает воздействующий потенциал дискурсивной деятельности в целях внедрения в модель мира адресата нового знания и / или модификацию уже имеющегося. В динамично меняющейся картине мира когнитивно-коммуникативной средой порождения и продвижения в социум знания об инновациях в пищевых технологиях, о вреде мясной продукции для здоровья, о новых экологически безопасных продуктах питания на основе растительного белка и их преимуществах, служат медиатексты, в которых вектор коммуникативных интенций направлен на дискурсивное конструирование в сознании адресата необходимости сокращения потребления мясной продукции и переход на ее растительные аналоги.

Идеологическую основу ментальной модели трансформации практик питания формирует заголовок, когнитивной функцией которого в конвенциональной структуре медиатекста является активизация «основных моделей данного текста» [Дейк ван, 1989, с. 145]. Заголовок как доминирующий топик-макропропозиция в структуре текста инициирует процесс формирования в сознании адресата ментальной модели социальной ситуации, основой которой служит пропозициональная база текста и лежащие в ее основе социальные установки, знания и убеждения.

Необходимость модификации практик питания актуализируют заголовки, вербализующие деструктивное воздействие мясной продукции на здоровье и экологию: *Meat eaters are destroying the planet – Мясоеды разрушают планету* [Meat eaters ..., 2022], *Rising global meat consumption will devastate environment* [The diet..., 2018] – *Рост потребления мяса в мире погубит окружающую среду*, *How eating meat hurts wildlife and the planet* [How eating meat..., 2022] – *Как потребление мяса вредит природе и планете*. Экспликация негативной оценки мясной продукции оценочными пропозициями с семантикой разрушения, причинения вреда, уничтожения (*breakdown, destroy, devastate, hurt*) сопряжена с имплицитной интенцией побуждения адресата к сокращению потребления мяса. Формирование в ментальной модели адресата потребности сокращения потребления продуктов животного происхождения актуализируют заголовки, пропозициональное содержание которых концептуализирует социокультурную и экологическую ценность изменения практик питания: *How Eating Less Meat Can Save the Planet – Как сокращение потребления мяса может спасти планету* [How eating less meat ..., 2023]. Пропозициональное содержание заголовков активирует экологический императив, направленный на изменение мировоззрения адресата относительно связи между потребляемой едой и экологией [Tucker, 2018; Семенова, 2021].

Заданная адресантом в заголовках побудительная интенция актуализируется в медиатекстах модализованными пропозициями, ср: *The consumption of conventional meat in rich nations must fall dramatically to beat the climate crisis, scientists say* [Food in 2050..., 2022.] – *Необходимо радикально сократить потребление мяса в богатых странах, чтобы победить климатический кризис*; *Meat consumption must be reduced by 75 percent or more* [Hold the beef..., 2022] – *Потребление мяса должно сократиться до 75%*; *We must embrace meat substitutes* [The diet for a healthy planet..., 2022] – *Мы должны приветствовать мясозаменители*. Модальный глагол *must* вербализует утилитарную необходимость, которая, в трактовке И. Б. Шатуновского, «проистекает из ограничений, накладываемых на выбор субъекта соображениями достижения пользы, блага, или предотвращения вреда» [Шатуновский, 1996, с. 240].

Тренд на замену животного белка растительным требует осмысления и именования нового стиля питания, новых продуктов питания, новых названий блюд, другими словами, требует создания новых языковых знаков для нового знания. Потребности социума в означивании аналоговой мясной продукции обеспечивают лексические инновации как результаты лингвокреативности в процессе номинативной деятельности. Именно на лексическом уровне языковой системы «с особой силой проявляется лингвокреативный потенциал человеческого мышления» [Ирисханова, 2004, с. 50]. Когнитивный подход к лексической лингвокреативности позволяет высветить способы концептуализации знания о растительных заменителях мяса и обосновать когнитивные процессы порождения новых концептуальных структур.

Как известно, первоначально слово *meat* (< др. англ. *mete*) обозначало еду вообще, пропитание – *food, nourishment, sustenance*, пищевой продукт, корм – *item of food; animal food, fodder*, и только в 13 веке в результате семантического процесса сужения слово *meat* приобрело значение ‘мышечная ткань животного, предназначенная для употребления в пищу’ *‘flesh of warm-blooded animals killed and used as food’* [EDEL, 1910; Янушкевич, 2008]. Словообразовательный потенциал лексемы *meat* представлен аффиксальной моделью с отрицательными суффиксами *-less, -free* (*meatless food, meatless dish, meatless meals, meat-free meals*). Производные *meatless, meat-free* не являются лексическими инновациями, лексикографическое толкование *‘without meat, having no meat or food’* (‘отсутствие мяса / еды’ зафиксировано с 11-го века [EDEL, 1910]. В соответствии с нормой лексической сочетаемости признак, связанный с отсутствием того, что обозначено производящей основой, то есть мяса, актуализируется в сочетаемости слов *meatless, meat-free* с номинациями понятийной сферы *Еда / Food: meatless food, meatless dish, meatless meals, meat-free meals*.

Новым в дискурсивных практиках конструирования модели еды будущего является расширение границ сочетаемости прилагательных *meatless, meat-free*, что приводит к формированию новой структуры знания, ср: *meat-free future, meatless consumption, meatless companies, meatless revolution, meatless Monday, meatless menu, meat-free counters*. Как явствует из языкового материала, прилагательные *meatless, meat-free* и определяемые ими слова не имеют общей семы, связанной с пищей, однако нарушение нормы сочетаемости языковых единиц позволяет объективировать новое концептуальное содержание. Нарушение семантической сочетаемости прилагательного и существительного «порождает очевидное метонимическое смещение» [Сандакова, 2004, с. 26], которое определяется в терминах адъективной дискурсивной метонимии [Там же]. Вышеприведенные атрибутивные номинации категоризируют определённые фрагменты действительности, в которых прилагательные *meatless, meat-free* и определяемая ими сущность вовлечены в одну ситуацию, в концептуализации которой происходит смещение фокуса внимания между компонентами концептуальной структуры. Так, например номинация *meat-free counters* концептуализирует ситуацию, в которой речь идёт о супермаркетах, на прилавках которых представлена продукция, не содержащая мяса в своём составе: *Supermarkets are opening meat-free counters* [Fakin’ the bacon..., 2023]. Номинация *Meatless Monday* (Понедельник без мяса) обозначает социальное международное движение отказа от мяса по понедельникам в целях поддержания здоровья и сохранения экологической устойчивости: *The goal of Meatless Monday is simple: Inspire one day of meat-free eating each week for the sake of our health and that of the planet* [Fake meat..., 2023]. Номинация *meatless revolution* концептуализирует социальную значимость необходимости радикальных

изменений в сфере практик питания: *The meatless revolution: Rethinking our food system* [The meatless revolution..., 2022].

Мясозаменители, мясные аналоги, растительное мясо представляют собой не содержащую мяса в своём составе пищевую продукцию, но имитирующую сходство с настоящим мясом. Порождение нового концепта PLANT MEAT/ РАСТИТЕЛЬНОЕ МЯСО сопровождается формированием языковых единиц различной степени конвенциональности, при этом «креативная жилка индивида проявляется, прежде всего, в выборе неких форм из числа готовых» [Кубрякова, 2012, с. 74]. Сходство мясного аналога с настоящим мясным продуктом вербализуется производными, мотивирующей основой которых является лексема *meat*, а словообразовательными средствами выступают суффиксы -y, -ish, -like, ср.: *Meaty portobello mushroom can be a good substitute for a hamburger* [Fake meat..., 2023] – Бургер из шампиньонов со вкусом мяса может быть хорошей заменой мясному бургеру; *A good vegetarian burger should be definitely meatish* [Impossible burger..., 2020] – Хороший вегетарианский бургер должен быть мясным на вкус. О продуктивности модели со словообразовательным значением ‘сходство, подобие’ свидетельствует её реализация в производных с мотивирующей основой, обозначающей разновидности мяса: *chickeny, beefy, bacony, porky, hamlike* – со вкусом курицы, говядины, бекона, свинины, ветчины. Креативность на уровне словообразования проявляется в создании новых языковых знаков для структурирования знания о пищевых инновациях, вкус мяса в которых создаётся искусственно, при отсутствии мяса как онтологической основы сенсорных впечатлений. Таким образом, производные слова с мотивирующей основой *meat* «запускают» процесс порождения новых концептуальных структур, для которых значимыми концептуальными признаками становятся признаки ‘отсутствие мяса в продукте’ и ‘сходство с настоящим мясом’.

Когнитивной базой лингвокреативной деятельности в конструировании мира выступает ментальный механизм концептуальной интеграции, служащий для объективации нового концептуального содержания. Теория концептуальной интеграции, разработанная Ж. Фоконье и М. Тернером, постулирует возможность установления разных концептуальных связей (контрфактуальных, пространственно-временных, идентификационных, условных) между ментальными пространствами в процессе порождения в дискурсе нового языкового значения [Fauconnier et al., 2002]. Языковые механизмы лингвокреативности в процессе языковой категоризации альтернативной мясной продукции реализуются и в атрибутивных словосочетаниях как комплексных лексических единицах, в состав которых входит лексема *meat* или номинации разновидностей мяса и мясной продукции (*meatless meatballs, chicken-free nuggets, fake meat, mock meat*). Корпус анализируемых атрибутивных словосочетаний может быть представлен двумя типами в зависимости от способа концептуализации референта.

Атрибутивные словосочетания *первого* типа образованы компонентами, которые логически исключают друг друга: *meatless meat* – безмясное мясо, *chicken-free nuggets* – куриные нагетсы без курицы, *pigless bacon chips* – чипсы с беконом без свинины, *vegetarian butcher* – вегетарианская мясная лавка, *plant meat* – растительное мясо, *animal-free meat* – мясо без мышечной ткани животного. Контрадикторные логико-семантические отношения актуализируются аффиксальными производными с семантикой отрицания, в сфере действия которых оказывается когнитивный признак, релевантный для второго компонента словосочетания. Нарушение нормы сочетаемости как проявление креативности приводит к порождению новых концептов и концептуальных структур в дискурсивной деятельности.

Антонимия компонентов актуализируется также в разнокорневых атрибутивных словосочетаниях, в семантике которых содержатся взаимоисключающие смыслы: *vegan ham* – веганская ветчина, *veggy pork scratchings* – вегетарианские свиные шкварки; *vegetarian butcher* – вегетарианская мясная лавка, *plant meat* – растительное мясо. Номинативные единицы, компоненты которых принадлежат когнитивно несовместимым концептуальным областям, трактуются как номинации оксюморонного типа [Юдина, 2006]. В качестве когнитивного механизма лингвокреативной деятельности в анализируемых языковых единицах выступает оксюморонная интеграция (в терминологии М. В. Никитина) [Никитин, 2004], результатом которой является новая концептуальная структура знания о пищевой продукции с когнитивным признаком ‘отсутствие мяса как онтологического свойства денотата’.

Номинации *второго* типа актуализируют семантику ненастоящности и сходства мясных аналогов с настоящим мясом: *fake meat*, *mock meat*, *imitation meat*, *bogus burgers*, *simulated meat*, *cultivated meat*. Концептуальные признаки ‘несоответствие действительности’ и ‘сходство с референтом’ выводятся из словарных дефиниций слов в функции атрибута, ср.: *fake* – *not real but very similar (to the real)*; *mock* – *not true or real meant to look real* [LDCE, 1997]. Номинации *компаративно-имитирующего* типа актуализируют концептуальную интеграцию реального ментального пространства, референтом которого является *мясо* в совокупности перцептуальных признаков и контрфактического ментального пространства, в котором референтом выступает имитация натурального мяса. В результате слияния этих двух исходных ментальных пространств возникает новое интегрированное пространство как структура знания о мясоподобном продукте, имитирующем вкусовые свойства настоящего мяса.

Креативность в номинативной деятельности проявляется также в выборе способа концептуализации одного и того же референта, что «обуславливает варьирование соотношения когнитивного фона и когнитивной фигуры» [Гришаева, 2022, с. 22]. Номинации оксюморонного и имитирующего типа объективируют вариативные способы языковой концептуализации мясоподобного продукта. Выбор номинации зависит от того, какие именно признаки мясоподобного продукта оказываются в

когнитивном фокусе. Так, в номинациях *оксюморонного* типа (*meatless meat*, *meat-free meat*) когнитивно значимым является признак ‘отсутствие мяса в продукте’, а в номинациях *компаративно-имитирующего* типа (*fake meat*, *imitation meat*, *mock meat*) в фокусе оказывается когнитивный признак ‘сходство с настоящим мясом’.

Медиатексты, конструирующие модель еды будущего, моделируют и своего идеального адресата, которого волнуют проблемы экологии, а также риски для здоровья, связанные с потреблением мяса, но в то же время которого привлекает и вкус мяса. Адресованность новому поколению любителей мяса (*meat eaters*, *meat lovers*) выражается пропозициональным содержанием, актуализирующим ценностный потенциал имитированной мясной продукции, ср: *Calm down, carnivores: fake meat with real flavour is good for all of us* [Calm down..., 2018] – *Успокойтесь, мясоеды, искусственное мясо с натуральным вкусом является благом для всех нас*. Исследователи отмечают социокультурную значимость мяса в британской и американской гастрономической культуре как глоттонического архетипа [Янушкевич, 2008; Ермакова, 2011; Седых и др., 2013]. Именно поэтому, несмотря на отсутствие прямой зависимости между составом продукта и его названием, в создании новых производных номинаций и номинативных единиц оксюморонного и имитирующего типа сохраняется лексема *meat* как мотивирующая основа, что обусловлено коммуникативной интенцией вызвать положительные ассоциации в модели мира адресата, связанные с фоновыми знаниями о мясе, его питательной ценности, вкусовых качествах.

Заключение

Итак, когнитивно-дискурсивный подход к лингвокреативности в дискурсивном конструировании модели еды будущего позволил обосновать роль когнитивных механизмов концептуальной интеграции, сдвига фокуса внимания в лексической категоризации новых фрагментов внеязыковой действительности, связанных с трансформацией пищевого поведения. Установлено, что означивание аналоговой мясной продукции обеспечивают лексические инновации как результаты лингвокреативности в процессе номинативной деятельности. Выявлен лингвокреативный потенциал номинаций оксюморонного и компаративно-имитирующего типов и производных номинаций, мотивирующей основой которых выступает лексема *meat*. Результаты исследования могут внести вклад в изучение когнитивных механизмов, результатов, процессов языковой и мыслительной креативности в коммуникативном взаимодействии.

Библиографический список

- Беляевская Е. Г. Лингвистическая креативность: нарушение нормы? // Вопросы психолингвистики, 2022. № 3 (53). с. 62-73.
- Болдырев Н. Н. Язык и система знаний. Когнитивная теория языка. М.: Издательский Дом ЯСК, 2019. 480 с.

- Гришаева Л. И. Креативность как сущностное и неотъемлемое свойство носителей языка и культуры // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация, 2022. №1. С.17-27.
- Дейк ван Т. А. Язык. Познание. Коммуникация. М.: Прогресс, 1989. 312 с.
- Ермакова Л. Р. Глуттонические прагматонимы и национальный характер (на материале русской и английской лингвокультур): автореф. дис. ... канд. филол. наук: 10.02.19 / Л.Р. Ермакова. Белгород, 2011. 27 с.
- Зыкова И. В. Метаязык лингвокультурологии: константы и варианты. М.: Гнозис, 2017. 752 с.
- Ирисханова О. К. О лингвокреативной деятельности человека: отглагольные имена. М.: Издательство ВТИИ, 2004. 352 с.
- Кубрякова Е. С. В поисках сущности языка: Когнитивные исследования. Ин-т. языкознания РАН. М.: Знак, 2012. 208 с.
- Кубрякова Е. С. Язык и знание: на пути получения знаний о языке: Части речи с когнитивной точки зрения. Роль языка в познании мира. М.: Языки славянской культуры, 2004. 560 с.
- Кшеневская У. Л. Когнитивно-дискурсивная сущность лингвокреативности // Евразийский гуманитарный журнал. 2020. №2. с. 16-21.
- Лингвистика креатива – 4: коллективная монография / под общей ред. Т. А. Гридиной. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т [б. и.], 2018. 367 с.
- Лингвистика креатива – 5: коллективная монография / под общей ред. Т. А. Гридиной. Екатеринбург: ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», 2020. 392 с.
- Лингвокреативность в дискурсах разных типов: Пределы и возможности: коллективная монография / Отв. ред. И. В. Зыкова. М.: Р. Валент, 2021. 564 с.
- Никитин М. В. Развернутые тезисы о концептах // Вопросы когнитивной лингвистики, 2004. № 1. с. 53-64.
- Сандакова М. В. Метонимия прилагательного в русском языке: монография. Киров: Старая Вятка, 2004. 280 с.
- Седых А. П. Архетипы «Нации», «Вожди народов» и «Культура питания»: российский и британский социум / А. П. Седых, Л.Р. Ермакова // Политическая лингвистика. 2013. №2 (44). с. 30-34.
- Семенова Т. И. Номинативные стратегии конструирования экологического императива meatless future в англоязычном медиадискурсе // Вестник ТГПУ (TSPU Bulletin). 2021. №3 (215). с. 76-84.
- Смирнова Н. В. Концепции лингвокреативности в современном российском языкознании // Актуальные проблемы стилистики. 2021. №7. с. 89-114.
- Степанов Ю. С. Альтернативный мир. Дискурс. Факт и принцип причинности // Язык и наука конца 20 века. М.: РГГУ, 1995. с. 35-73.
- Шатуновский И. Б. Семантика предложения и нерелевантные слова (значение, коммуникативная перспектива, прагматика). М.: Языки русской культуры, 1996. 400 с.
- Шмелева Е. С. Когнитивные механизмы и прагматический потенциал лингвокреативности (на материале *The Economist*) // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2020. Т.18. №3. с. 78-86.
- Юдина Н. В. Сочетание «Прилагательное + существительное» в лингвокогнитивном аспекте: монография. М.-Владимир: Ин-т языкознания РАН, ВГПУ, 2006. 427 с.
- Янушкевич И. Ф. «I have given every green herb for meat» (genesis 1.30): о семантике древнеанглийского слова «mete» // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2008. № 10 (66). с. 58-62.
- Calm down, carnivores: fake meat with real flavour is good for all of us* [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2018/jun/12/fake-meat-plant-based-burgers-vegetarians-vegans> (accessed: 16.03.2021). (In English)

Carter R. Language and Creativity. The Art of Common Talk. London: Routledge, 2015. 288 p.

Dijk T. A. van Discourse and knowledge: A sociocognitive approach. Cambridge University Press, 2014. 549 p.

EDEL – An Etymological Dictionary of the English Language. Oxford: Clarendon Press, 1910. 536 p.

Fake Meat Will Save Us [Electronic resource] – URL: <https://www.nytimes.com/2019/06/21/opinion/fake-meat-climate-change.html> (дата обращения: 08.02.2023).

Fakin' the bacon: shoppers flock to try new vegan butchers [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/food/2021/apr/11/fakin-the-bacon-shoppers-flock-to-try-new-vegan-butchers> (дата обращения: 07.02.2023).

Fauconnier G. The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities /G. Fauconnier, M. Turner. New York. 2002. 440 p.

Food in 2050: Bacon grown on blades of grass and bioreactor chicken nuggets [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/food/2020/jan/01/food-in-2050-bacon-grown-on-blades-of-grass-and-bioreactor-chicken-nuggets> (дата обращения: 19.05.2022).

Hold the beef: How plant-based meat went mainstream [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/food/2020/feb/09/hold-the-beef-how-plant-based-meat-went-mainstream> (дата обращения: 09.02.2022).

How Eating Less Meat Can Save the Planet [Electronic resource]. – URL: <https://www.worldanimalprotection.us/blogs/how-eating-less-meat-can-save-planet> (дата обращения: 07.02.2023).

How Eating Meat Hurts Wildlife and the Planet [Electronic resource]. – URL: https://www.biologicaldiversity.org/takeextinctionoffyourplate/meat_and_wildlife.html (дата обращения: 27.02.2022).

Impossible Burger...2020 vs. Beyond Meat Burger: Taste, ingredients and availability, compared [Electronic resource] – URL: <https://www.cnet.com/news/beyond-meat-vs-impossible-burger-whats-the-difference> (дата обращения: 07.02.2020).

Kövecses Z. Language, Mind and Culture. N.Y: Oxford University Press, 2006. 397 p.

Langacker R. W. Cognitive Grammar. NY: Oxford University Press, 2008. 562 p.

LDCE – Longman Dictionary of Contemporary English. Third Edition. Essex: Longman Group Ltd., 1997. 1680 p.

Lee D. Cognitive Linguistics: An Introduction. Oxford, New York: OUP, 2004. 223 p.

Meat eaters are destroying the planet [Electronic resource]. – URL: <https://www.independent.co.uk/news/science/meat-eating-destroying-planet-report-warning-a7985071.html> (дата обращения: 27.02.2022).

The diet for a healthy planet: what should environmentalists eat? [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/environment/2019/jan/27/environmentally-friendly-foods-samin-nosrat> (дата обращения: 27.02.2022).

The meatless revolution: Rethinking our food system [Electronic resource] – URL: <https://www.thnk.org/blog/the-meatless-revolution-rethinking-our-food-system> (дата обращения: 27.02.2022).

Tucker C. Using Environmental Imperatives to Reduce Meat Consumption: Perspectives from New Zealand [Electronic resource] – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1177083X.2018.1452763> (дата обращения: 15.01.2023).

References

Belyaevskaya E. G. (2022). Linguistic creativity: violation of the norm? *Questions of psycholinguistics*. 3 (53): 62-73. (In Russian)

Boldyrev N. N. Language and knowledge system. Cognitive theory of language. Moscow: YaSK Publishing House, 2019. 480 p. (In Russian)

- Calm down, carnivores: fake meat with real flavour is good for all of us* [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2018/jun/12/fake-meat-plant-based-burgers-vegetarians-vegans> (accessed 16.03.2021).
- Carter R. Language and Creativity. The Art of Common Talk. London: Routledge, 2015. 288 p.
- Dijk T. A. van Discourse and Knowledge: A sociocognitive approach. Cambridge University Press, 2014. 549 p.
- Dijk Van T. A. Language. Cognition. Communication. M.: Progress, 1989. 312 p. (In Russian)
- EDEL – An Etymological Dictionary of the English Language. Oxford: Clarendon Press, 1910. 536 p.
- Ermakova L. R. Gluttonic pragmatonyms and national character (based on Russian and English linguistic cultures): PhD abstract: 10.02.19 / L.R. Ermakova. Belgorod, 2011. 27 p. (In Russian)
- Fake Meat Will Save Us* [Electronic resource] – URL: <https://www.nytimes.com/2019/06/21/opinion/fake-meat-climate-change.html> (accessed: 08.02.2023).
- Fakin' the bacon: shoppers flock to try new vegan butchers* [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/food/2021/apr/11/fakin-the-bacon-shoppers-flock-to-try-new-vegan-butchers> (accessed 07.02.2023).
- Fauconnier G. The Way We Think: Conceptual Blending and the Mind's Hidden Complexities /G. Fauconnier, M. Turner. New York. 2002. 440 p.
- Food in 2050: Bacon grown on blades of grass and bioreactor chicken nuggets* [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/food/2020/jan/01/food-in-2050-bacon-grown-on-blades-of-grass-and-bioreactor-chicken-nuggets> (accessed 19.05.2022).
- Grishaeva L. I. (2022). Creativity as an essential and inalienable property of native speakers of language and culture. *Bulletin of the Voronezh State University. Series: Linguistics and Intercultural Communication*. 1: 17-27. (In Russian)
- How Eating Meat Hurts Wildlife and the Planet* [Electronic resource]. – URL: https://www.biologicaldiversity.org/takeextinctionoffyourplate/meat_and_wildlife.html (accessed 27.02.2022).
- How Eating Less Meat Can Save the Planet* [Electronic resource]. – URL: <https://www.worldanimalprotection.us/blogs/how-eating-less-meat-can-save-planet> (accessed 07.02.2023).
- Hold the beef: How plant-based meat went mainstream* [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/food/2020/feb/09/hold-the-beef-how-plant-based-meat-went-mainstream> (accessed 09.02.2022).
- Impossible Burger...2020 vs. Beyond Meat Burger: Taste, ingredients and availability, compared* [Electronic resource] – URL: <https://www.cnet.com/news/beyond-meat-vs-impossible-burger-whats-the-difference> (accessed 07.02.2020).
- Iriskhanova O. K. On the linguo-creative activity of a person: verbal names. Moscow: VTII Publishing House, 2004. 352 p. (In Russian)
- Kövecses Z. Language, Mind and Culture. New York: Oxford University Press, 2006. 397 p.
- Kshenovskaya U. L. (2020). Cognitive-discursive essence of linguistic creativity. *Eurasian Humanitarian Journal*. 2: 16-21. (In Russian)
- Kubryakova E. S. In search of the essence of language: Cognitive research. Inst. Linguistics RAS. Moscow: Znack, 2012. 208 p. (In Russian)
- Kubryakova E. S. Language and knowledge: On the way to obtaining knowledge about language: Parts of speech from a cognitive point of view. The role of language in the knowledge of the world. Moscow: Languages of Slavic culture, 2004. 560 p. (In Russian)
- Langacker R. W. Cognitive Grammar. NY: Oxford University Press, 2008. 562 p.
- LDCE – Longman Dictionary of Contemporary English. Third Edition. Essex: Longman Group Ltd., 1997. 1680 p.
- Lee D. Cognitive Linguistics: An Introduction. Oxford, New York: OUP, 2004. 223 p.

- Linguistic Creativity in Discourses of Different Types: Limits and Possibilities: Collective Monograph / Ed. ed. I.V. Zyкова. M.: R. Valent, 2021. 564 p. (In Russian)
- Linguistics of creativity – 4: collective monograph / ed. T. A. Gridina. Yekaterinburg: Ural. state ped. un-t [b. and.], 2018. 367 p. (In Russian)
- Linguistics of creativity – 5: collective monograph / ed. T. A. Gridina. Yekaterinburg: Ural State Pedagogical University, 2020. 392 p. (In Russian)
- Meat eaters are destroying the planet* [Electronic resource]. – URL: <https://www.independent.co.uk/news/science/meat-eating-destroying-planet-report-warning-a7985071.html> (accessed 27.02.2022). (In English)
- Nikitin M. V. (2004). Detailed theses about concepts. *Questions of cognitive linguistics*. 1: 53-64. (In Russian)
- Sandakova M. V. Metonymy of the adjective in Russian: monograph. Kirov: Staraya Vyatka, 2004. 280 p. (In Russian)
- Sedykh A. p. Ermakova L.R. (2013). Archetypes of the “Nation”, “Leaders of the Peoples” and “Culture of Food”: Russian and British Society. *Political Linguistics*. 2 (44): 30-34. (In Russian)
- Semenova T. I. (2021). Nominative strategies for constructing the ecological imperative meatless future in the English media discourse. *Bulletin of the TSPU (TSPU Bulletin)*. 3 (215): 76-84. (In Russian)
- Shatunovsky I. B. Sentence semantics and non-referential words (meaning, communicative perspective, pragmatics). Moscow: Languages of Russian culture, 1996. 400 p. (In Russian)
- Shmeleva E. S. (2020). Cognitive mechanisms and pragmatic potential of linguistic creativity (on the material of The Economist). *Bulletin of the Novosibirsk State University. Series: Linguistics and Intercultural Communication*. V.18. 3: 78-86. (In Russian)
- Smirnova N. V. (2021). Concepts of linguistic creativity in modern Russian linguistics. *Actual problems of stylistics*. 7: 89-114. (In Russian)
- Stepanov Yu. S. Alternative world. Discourse. Fact and principle of causality. *Language and science of the late 20th century*. Moscow: RGGU, 1995. P.35-73. (In Russian)
- The diet for a healthy planet: what should environmentalists eat?* [Electronic resource] – URL: <https://www.theguardian.com/environment/2019/jan/27/environmentally-friendly-foods-samin-nosrat> (accessed: 27.02.2022).
- The meatless revolution: Rethinking our food system* [Electronic resource] – URL: <https://www.thnk.org/blog/the-meatless-revolution-rethinking-our-food-system> (accessed: 27.02.2022).
- Tucker C. Using Environmental Imperatives to Reduce Meat Consumption: Perspectives from New Zealand [Electronic resource] – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1177083X.2018.1452763> (accessed 15.01.2023).
- Yanushkevich I. F. (2008). “I have given every green herb for meat” (genesis 1.30): about the semantics of the Old English word “mete”. *Bulletin of the Tambov University. Series: Humanities*, 10 (66): 58-62. (In Russian)
- Yudina N. V. The combination "Adjective + noun" in the linguo-cognitive aspect: monograph. Moscow-Vladimir: Institute of Linguistics RAS, VSPU, 2006. 427 p. (In Russian)
- Zykova I. V. Metalanguage of linguoculturology: constants and variants. Moscow: Gnosis, 2017. 752 p. (In Russian)

СТРАТЕГИЯ АПЕЛЛЯЦИИ К АВТОРИТЕТУ В АНГЛОЯЗЫЧНОМ ИНТЕРПРЕТИРУЮЩЕМ ДИСКУРСЕ

*Надежда Николаевна Казыдуб,
orcid.org/0000-0002-6667-3967,
доктор филологических наук, профессор
Сибирский федеральный университет,
пр. Свободный, 79
Красноярск, 660041, Россия
nadejda_kazydoub@mail.ru*

*Анастасия Евгеньевна Базарова,
orcid.org/0000-0001-7161-8105,
Сибирский федеральный университет,
пр. Свободный, 79
Красноярск, 660041, Россия
anastasiae.m@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматриваются способы актуализации одной из легитимирующих стратегий – стратегии апелляции к авторитету – в англоязычном интерпретирующем дискурсе на примере интерпретации переводчиком и комментатором древнеиндийского текста «Бхагавад-гита». На основе анализа эмпирического материала выявлены объекты апелляции, а также основные способы актуализации стратегии апелляции к авторитету: модализация, метафоризация, аналогия, использование прецедентных феноменов.

Ключевые слова: языковая интерпретация, аксиологические стратегии, легитимация ценностей, апелляция к авторитету, Бхагавад-гита.

STRATEGY OF AUTHORIZATION IN THE ENGLISH LANGUAGE INTERPRETATIVE DISCOURSE

*Nadezhda N. Kazydub,
orcid.org/0000-0002-6667-3967,
Doctor of Sciences (Philology), Professor,
Siberian Federal University,
79, Svobodny avenue
Krasnoyarsk, 660041, Russia
nadejda_kazydoub@mail.ru*

*Anastasia E. Bazarova,
orcid.org/0000-0001-7161-8105,
Siberian Federal University,
79, Svobodny avenue
Krasnoyarsk, 660041, Russia
anastasiae.m@mail.ru*

Abstract. The article explores some methods of actualizing one of the legitimation strategies, namely, authorization, in the English language interpretative discourse. As an example of such a discourse the interpretation of the ancient Indian text “Bhagavad-gita” suggested by the translator and commentator is studied. The article features a number of categories used for authorization in this discourse and outlines methods of actualizing the authorization strategy: using modal operators and precedent names, metaphorization, analogy.

Keywords: linguistic interpretation, axiological strategies, values legitimation, authorization, Bhagavad-gita.

Introduction (Введение)

Современный мир в его многомерности и динамичности порождает разнообразные коммуникативные среды, состоящие из множества дискурсивных практик с присущими им правилами интерпретации. Рассмотрение различных дискурсивных практик не только с позиции статики, но и в динамической перспективе, является характерной чертой современных дискурсивных исследований, поскольку взгляд на реальность языка и дискурса с позиции эпистемы статики-динамики «открывает путь к “здесь и сейчас” осуществляющейся дискурсивной целостности» [Динамика и статика..., 2021, с. 5]. Механизм языковой интерпретации как явление, занимающее особое место в лингвокогнитивной деятельности человека, как раз репрезентирует динамический аспект дискурсивной реальности.

Discussion (Дискуссия)

В соответствии с тезисом В.И. Карасика, наибольший потенциал вариативной интерпретации заложен именно в бытийном дискурсе. Ср.: «Взаимопонимание в бытийном дискурсе есть идеал, а в бытовом дискурсе – норма» [Карасик, 2016, с. 59]. Так, на протяжении всей истории человечества древние тексты, иносказательные притчи, философские труды, писания и т.п. вызывали значительный интерес как объекты осмысления и комментирования. Тем не менее, не только комментирование, но и перевод подобных текстов на другой язык представляется возможным рассматривать в русле языковой интерпретации, поскольку переводчик заново воссоздаёт представленные в тексте образы средствами другого языка, что подтверждает М. Сидиропулу: «переводчики <...> выполняют задачу интерпретации – передать репрезентации носителя посредством прямого перевода, парафразов сжатых изложений и синтеза, делая их понятными читателю» [Sidiropoulou, 2013, р. 97; перевод А.Е. Базаровой]. В особенности это касается переводчиков-интерпретаторов, далеко отстоящих во временном и культурном плане от автора текста, которым необходимо преодолевать «пространственно-временную разделённость в реальном мире», причём зачастую не только для себя, но и для читателя [House, 2006, р. 343; перевод А.Е. Базаровой].

Показательным примером древнего текста, представляющего интерес для современных переводчиков, является древнеиндийская «Бхагавад-гита» – философская часть эпоса «Махабхарата». Особый интерес в рамках исследования переводов и комментариев данного культурного артефакта как

интерпретирующего дискурса представляют стратегии легитимации ценностей, в частности, ценности ученичества, находящейся в фокусе данного исследования. Одной из основных стратегий легитимации, обозначенных Т. Ван Ливеном [Leeuwen, 2008], является стратегия апелляции к авторитету, которая широко применяется переводчиками и комментаторами древних текстов.

Целью настоящего исследования является рассмотрение способов и средств реализации стратегии апелляции к авторитету в англоязычном интерпретирующем дискурсе. К числу основных задач исследования относятся: 1) выделение объектов апелляции; 2) описание языковых средств, посредством которых реализуется стратегия апелляции к авторитету.

Теоретическую базу данного исследования составляют работы в области дискурса (В.З. Демьянков, В.И. Карасик, Е.С. Кубрякова), языковой интерпретации (Н.Н. Болдырев, А.Л. Шарандин), дискурсивного конструирования (Н.Н. Казыдуб, С.Н. Плотникова, Z. Kövecses), технологизации дискурса (С.Н. Плотникова), стратегий легитимации (А.В. Колмогорова, А.В. Козачина, М. KhosraviNik, T. Van Leeuwen), а также концептуальной метафоры (Дж. Лакофф и М. Джонсон, Z. Kövecses).

Одна из основных посылок для настоящего исследования заложена в определении дискурса Е.С. Кубряковой. Согласно исследователю, дискурс определяется как «такая форма использования языка в реальном (текущем) времени, которая отражает определенный тип социальной активности человека, создается в целях конструирования особого мира (или его образа) с помощью его детального языкового описания и является в целом частью процесса коммуникации между людьми, характеризуемого, как и каждый акт коммуникации, участниками коммуникации, условиями ее осуществления и, конечно же, ее целями» [Кубрякова, 2004, с. 525]. Из данного определения следует, что дискурс социален и является социальным действием, а также то, что результатом дискурса является конструирование «особого мира». Этот «особый мир» не является точным отражением реальности – в рамках дискурса реальность конструируется его участниками. Под конструированием исследователями понимается выбор способов языковой объективации ментальных структур, который всегда вариативен [Kövecses, 2006]. Несомненно, вариативность прежде всего зависит от субъекта дискурса – «особый мир» конструируется им как «мир-со-мной» [Плотникова, 2014, с. 41]. В связи с этим приобретает критическую значимость явление языковой интерпретации: познание «не может быть бессубъектным» [Шарандин, 2017, с. 10]. Результат структурирования того или иного знания и его дискурсивная репрезентация непосредственно зависят от субъекта. Н.Н. Болдырев в статье «Когнитивные доминанты языковой интерпретации» выделяет два типа когнитивных схем, актуализируемых в процессе языковой интерпретации – *общие схемы*, характеризующие интерпретатора как представителя определённой культуры, социума и т.п., и *частные схемы*, в которых выражена специфика индивидуальных концептуальных систем [Болдырев, 2019, с. 46]. Так, в рамках дискурсивного

конструирования субъектом могут воспроизводиться как социокультурные, так и индивидуальные ценности.

Также важно понимать, что помимо фактора интерпретатора в процессе конструирования важен и фактор реципиента, что в особенности верно для перевода и комментариев, предназначенных для широкой аудитории, – в нём заложен потенциал для конституирования общества: «дискурс конститутивен потому, что благодаря ему поддерживается и воспроизводится социальный статус-кво, а также потому, что дискурс способствует его трансформации» [KhosraviNik, 2015, p. 54; перевод А.Е. Базаровой]. Интерпретатор способен трансформировать ценностное восприятие реципиентом того или иного явления или образа – например, образа ученика. Так, в задачи интерпретатора может входить встраивание реципиента в собственную систему ценностных координат, реализуемое посредством аксиологических стратегий.

В настоящем исследовании в фокусе научной рефлексии находится одна из аксиологических стратегий легитимации, предложенных Т. Ван Ливеном, – стратегия апелляции к авторитету (authorization) [Leeuwen, 2008]. Сущность данной стратегии состоит в обращении к авторитету, имеющему институциональное закрепление (например, обычаи, законы или известная личность). Как правило, авторитет, являющийся объектом апелляции, не ставится под сомнение, а его истинность принимается как обязательная посылка: например, «мы правы, потому что мы следуем Библии» в дискурсе христианской проповеди. Такие послы также называются топосами [KhosraviNik, 2015]. Т. ван Ливеном также выделяется ряд субстратегий в рамках стратегии апелляции к авторитету: (1) апелляция к личному/безличному авторитету; (2) апелляция к авторитету примера для подражания (role model); (3) апелляция к авторитету эксперта; (4) апелляция к авторитету законов, традиций, предписаний; (5) апелляция к авторитету большинства – «потому что все так делают» [Leeuwen, 2008]. В отдельном дискурсе данные субстратегии конкретизируются посредством описания более узких категорий. В данном исследовании мы акцентируем внимание на легитимации ценности ученичества и дискурсивном конструировании образа ученика посредством стратегии апелляции к авторитету. Центральным является вопрос о том, какие категории служат объектами апелляции и какими способами и языковыми средствами реализуется данная стратегия.

Materials and methods (Материалы и методы)

Данное исследование было проведено на основе анализа 70 контекстов, отобранных из наиболее популярного перевода и комментария к «Бхагавад-гите» индийского автора Бхактиведанты Свами – «Бхагавад-гита как она есть» [Bhaktivedanta Swami, 1988]. Основными методами, применяемыми в ходе настоящего исследования, являются контекстуальный метод, метод прагматической интерпретации, а также методы стилистического, лингвоаксиологического и интерпретативного анализа.

Results (Результаты)

В ходе исследования были выявлены объекты и субстратегии апелляции к авторитету (см. Таблица 1).

Таблица 1 – Субстратегии апелляции к авторитету

Субстратегия	Объекты апелляции	Число контекстов
(1) апелляция к личному/безличному авторитету	Герои произведения (если апеллируют сами к себе)	2
	религиозная мораль/религиозные предписания	4
	собственно «Бхагавад-гита»	6
	др. безличный авторитет	6
(2) апелляция к авторитету эксперта	Мудрецы	7
	Другие авторитеты	13
(3) апелляция к авторитету примера для подражания	Герои произведения (в частности, Арджуна)	20 (16)
(4) апелляция к авторитету традиции	Ученическая преемственность	12
(5) апелляция к авторитету большинства	—	—

Из представленных выше данных следует, что наиболее распространёнными субстратегиями в рамках рассматриваемой интерпретации Бхагавад-гиты является **апелляция к примеру для подражания**, в качестве которого выступают **герои произведения** – Арджуна (как идеальный ученик) и Кришна (как идеальный учитель). Данная субстратегия в абсолютном большинстве случаев вербализуется прецедентными именами собственными:

(1) *Kṛṣṇa is therefore the original spiritual master of the science of Bhagavad-gītā, and Arjuna is the first disciple for understanding the Gītā* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 76].

Также на данную категорию указывают лексемы *the Lord, the speaker* (Кришна), *the receiver* (Арджуна). Частотность апелляции к авторитету героев произведения может быть обусловлена тем, что в системе ценностных координат интерпретатора образы героев Бхагавад-гиты обладают статусом ролевой модели, и, применяя данную субстратегию, интерпретатор вводит реципиента в собственную систему координат, формируя восприятие образов героев (в особенности Арджуны) как примера для подражания и воплощения ценности ученичества.

Достаточно широко используются субстратегии апелляции к эксперту и к авторитету традиции, в частности, ученической преемственности. **Апелляция к авторитету эксперта** в рассматриваемом дискурсе принимает две формы: обращение к авторитету мудрецов и апелляция к другим авторитетам. На категорию **мудрецы** указывают прецедентные имена

собственные мудрецов древности – *Nārada, Asita, Devala, Vyāsadeva*, а также собирательные наименования данной категории – *the wise, sages*.

(2) *Those who are wise lament neither for the living nor for the dead* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 80].

На категорию **другие авторитеты**, которые являются носителями экспертного знания, указывают следующие лексемы: *authorities, great personalities, the experienced, learned scholars, self-realized souls* и т.п.

(3) *The self-realized souls can impart knowledge unto you because they have seen the truth* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 233].

Субстратегия апелляции к авторитету традиции чаще всего находит выражение в обращении к авторитету **ученической преемственности** – традиции передачи знания по непрерывной цепи от учителя к ученику. В качестве обязательной посылки (топоса) здесь принимается тезис о том, что «*ученическая преемственность сохраняет знание в первоизданном виде, поэтому её представитель прав*». Центральная лексема для данной категории – *disciplic succession*, но также присутствует *paramparā* (санскритский термин для того же явления).

(4) *O Kṛṣṇa, maintainer of the people, I have heard by disciplic succession that those whose family traditions are destroyed dwell always in hell* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 63].

Рассмотрим другие, менее частотные, объекты апелляции. В рамках стратегии апелляции к авторитету присутствует обращение к **религиозной морали и религиозным предписаниям**. Данная категория репрезентируется такими лексемами и словосочетаниями, как *scriptural codes, injunctions, rules and regulations*.

(5) *Such injunctions for saintly persons are more important than any political emergency* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 58].

При апелляции **непосредственно к «Бхагавад-гите»** ключевую роль играют упоминание названия книги и прямая цитация. Как отмечает Т. Ван Ливен, подобный авторитет закона, правил и т.п. относится к категории «безличного авторитета» [Leeuwen, 2008, с. 108]. Апелляция к безличному авторитету в особенности распространена в дискурсе комментирования Древней и Средневековой Индии – в качестве свидетельства часто приводятся прямые цитаты из книг, имеющих статус священных, а также правила санскритской грамматики.

Далее рассмотрим способы актуализации стратегии апелляции к авторитету. Следует отметить разнообразный инструментарий реализации данной стратегии, который позволяет автору и интерпретатору достичь своей цели, ведь «эффективный дискурс понимается как достижение замысла коммуникации» [Демьянков, 1989, с. 15]. Так, некоторые из способов могут применяться как *технологии дискурса* [Плотникова, 2015] с целью того или иного воздействия на реципиента и воплощаться как *дискурсивная сила* – «качество дискурса, определяющее возможности и средства воздействия и/или взаимодействия адресанта с адресатом, которые имеют значимость для контроля общественного сознания» [Якоба, 2018].

В результате комплексного анализа эмпирического материала были выявлены следующие способы актуализации стратегии апелляции к авторитету в рассматриваемом дискурсе.

1. Употребление лексем с семантикой следования, повиновения, директивности

Апелляция к авторитету может также принимать форму облигаторности в высказывании, исходящем от авторитетной личности [Leeuwen, 2008; Kolmogorova et al., 2020]. Облигаторность может быть выражена посредством лексем с семантикой следования и директивности, таких как глагол *to follow* или глагол *to advise* в страдательном залоге:

(6) *One should, therefore, follow the path of Bhagavad-gītā as it is expressed in the Gītā itself* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 24].

(7) *Besides that, saintly persons are advised to forgive* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 58].

2. Модализация

Ещё один способ выражения той или иной степени облигаторности – модализация. Модализация здесь понимается как «процесс передачи интенционального состояния посредством модальных операторов» [Казыдуб, 2020, с. 147]. Модализация часто используется как способ побуждения реципиента к принятию ценностной системы координат субъекта дискурса. В англоязычном интерпретирующем дискурсе представлен широкий спектр использования модальных операторов, выражающих разную степень облигаторности:

(8) *One should try to follow the disciplic succession from Arjuna* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 195].

(9) *We have to accept perfect knowledge which comes down, as is stated in Bhagavad-gītā, by the paramparā* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 14].

(10) *One must approach a person who is already in the practice* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 28].

(11) *One cannot reach the real point of factual knowledge without being helped by the right person who is already established in that knowledge* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 63].

3. Употребление лексем с семантикой экспертности

Данный способ непосредственно соотносится с субстратегией апелляции к авторитету эксперта и является важнейшим инструментом её актуализации. В качестве лексем-репрезентантов компетенции эксперта, как правило, выступают оценочные прилагательные (*experienced*) или имена существительные, передающие значение авторитетности (*authority, sage*):

(12) *However, one must learn it from an experienced person* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 28].

(13) *Arjuna bases his argument not on his own personal experience, but on what he has heard from the authorities* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 63].

(14) *The Lord therefore advises us to approach a bona fide spiritual master in the line of disciplic succession* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 233].

4. Использование прецедентных имён

Использование прецедентных имён, обладающих аксиологической значимостью, обладает значительным аргументативным потенциалом и тем самым расширяет диапазон дискурсивного воздействия. В исследуемом дискурсе интерпретатор апеллирует не только к именам собственным героев произведения, но также к именам известных мудрецов, упоминаемых в ведийской и пуранической литературе и имеющих прецедентный характер для ведийской литературы:

(15) *Kṛṣṇa is accepted <...> not only by himself but by authorities like Nārada, Asita, Devala and Vyāsadeva* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 5].

(16) *Lord Kṛṣṇa did not approve of the so-called compassion of Arjuna for his kinsmen* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 66].

5. Аналогия

Стратегия апелляции к авторитету также актуализируется посредством аналогии, которая всегда носит легитимирующий характер. В таком случае для реципиента «ответом на вопрос “почему я должен это делать” будет не “потому что это хорошо”, а потому что “это подобно другому действию, которое ассоциируется с позитивными ценностями”» [Leeuwen, 2008, p. 111-112; перевод А.Е. Базаровой]. Приведём пример легитимации ценности принятия учителя «Бхагавад-гиты» посредством следующей аналогии:

(17) *If we want to take a particular medicine, then we have to follow the directions written on the label. We cannot take the medicine according to our own whim or the direction of a friend. It must be taken according to the directions on the label or the directions given by a physician. Similarly, Bhagavad-gītā should be taken or accepted as it is directed by the speaker Himself* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 3].

Так, принятие лекарства согласно инструкции – образец правильного, позитивного поведения. Аналогичным образом осмысливается и постулируется принятие «Бхагавад-гиты» в соответствии с указаниями учителя.

6. Метафоризация

Способ метафоризации отражает лингвокреативность языковой личности и представляет собой лингвокогнитивный механизм осмысления и структурирования того или иного объекта или явления интерпретатором и реципиентом в соответствии с определением метафоры в русле когнитивного подхода как «понимания и переживания сущности (thing) одного вида в терминах сущности другого вида» [Лакофф и др., 2004, с. 27]. Рассмотрим некоторые из концептуальных метафор, представленных в анализируемом материале.

1. DISCIPLE IS A CONTAINER.

(18) *The self-realized souls can impart knowledge unto you because they have seen the truth* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 233].

Данная концептуальная метафора является частным случаем метафоры, основанной на схеме-образе: BEING IS A CONTAINER. Метафоры такого уровня отличаются наиболее высокой степенью схематичности и

сравнительно небольшой концептуальной глубиной [Kövecses, 2017]. Тем не менее, в данном случае представляется важным отметить тот факт, что здесь ученик концептуализируется как пассивный реципиент знания, задача которого – принять знание, которым его наполняют «узревшие истину».

2. DISCIPLIC SUCCESSION IS A CHAIN.

(19) *This supreme science was thus received through the chain of disciplic succession, and the saintly kings understood it in that way* [Bhaktivedanta Swami, 1988, p. 193].

В данном случае ученическая преемственность метафорически репрезентируется как непрерывная цепь передачи знания от учителя к ученику.

Таким образом, в результате лингвистического анализа были выявлен ряд способов, посредством которых актуализируется стратегия апелляции к авторитету в англоязычном интерпретирующем дискурсе. Разнообразие категорий апелляции и относительно широкий арсенал способов их дискурсивной актуализации свидетельствует о критической важности легитимации ценности ученичества в рассматриваемом дискурсе.

(Conclusion) Заключение

Подводя итог, важно отметить, что стратегия апелляции к авторитету широко представлена в англоязычном интерпретирующем дискурсе. Выявлено разнообразие способов актуализации данной стратегии, посредством которых реализуются практически все субстратегии, обозначенные Т. Ван Ливеном, за исключением апелляции к авторитету большинства. Этот факт свидетельствует о значимости категории легитимации для рассматриваемого дискурса и о регулярном возобновлении в данном дискурсе ценности апелляции к авторитету. Анализ способов актуализации стратегии апелляции к авторитету открывает перспективы для выявления и описания аксиологической интерпретанты в дискурсивных реализациях.

Библиографический список

- Болдырев Н. Н. Когнитивные доминанты языковой интерпретации // Когнитивные исследования языка. 2019. №. 36. С. 43-53.
- Демьянков В. З. Эффективность аргументации как речевого воздействия // Проблемы эффективности речевой коммуникации. М.: ИНИОН АН СССР. 1989. С. 13-40.
- Динамика и статика в познании реальности языка: подходы, феномены, способы репрезентации / О. Ю. Воронина, В. Е. Горшкова, Н. Н. Казыдуб [и др.]. Иркутск : Иркутский государственный университет. 2021. 285 с. DOI 10.26516/978-5-9624-1920-6.2021.1-285.
- Казыдуб Н. Н. Аксиологическая перспективизация как инструмент дискурсивного конструирования // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева. 2020. № 4 (54). С. 143-152.
- Карасик В. И. Дискурсивное проявление личности // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Лингвистика. 2016. Т. 20. № 4. С. 56-77. DOI 10.22363/2312-9182-2016-20-4-56-77.

- Кубрякова Е. С. Язык и знание: На пути получения знаний о языке: части речи с когнитивной точки зрения. Роль языка в познании мира. М.: Языки славянской культуры. 2004. 556 с.
- Лакофф Д. Метафоры, которыми мы живем / Д. Лакофф, М. Джонсон; перевод с английского А. Н. Баранова и А. В. Морозовой; под редакцией и с предисловием А. Н. Баранова. Москва : УРСС. 2004. 256 с.
- Плотникова С. Н. Дискурсивное конструирование как теоретическое понятие // Известия ВГСПУ. Сер.: Филологические науки. 2014. № 5 (90). С. 41-46.
- Плотникова С. Н. Дискурсивные технологии и их роль в конструировании социального мира // Вестник Моск. гос. лингв. ун-та. Гуманитарные науки. 2015. № 3 (714). С. 72-83.
- Шарандин А. Л. Типы знаний в контексте теории интерпретации // Вопросы когнитивной лингвистики, 2017. № 3. С. 10-18.
- Якоба И. А. Эффективность медийного дискурса по критерию градации сил // Теория языка и межкультурная коммуникация. Эл. науч. ж. Курского гос. ун-та. Курск. 2018. № 4 (31). С. 216-225.
- House J. Text and context in translation // Journal of Pragmatics, 2006. Vol. 38. P. 338-358.
- KhosraviNik M. Macro and micro legitimation in discourse on Iran's nuclear programme: the case of Iranian national newspaper Kayhan // Discourse and Society. 2015. 26 (1). P. 52-73.
- Kolmogorova A. V. Discursive strategies of legitimating institutionalized values in educational settings: experience of Japan / A. V. Kolmogorova, A. V. Kozachina // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. 2020. 13 (12). P. 1985-1994. DOI 10.17516/1997-1370-0698.
- Kövecses Z. Language, Mind and Culture. Oxford. 2006. 397 p.
- Kövecses Z. Levels of metaphor // Cognitive Linguistics. 2017. № 28-2. P. 321-347. DOI: 10.1515/cog-2016-0052.
- Leeuwen T. Discourse and Practice: New tools for critical discourse analysis. Oxford, Oxford University Press. 2008. 184 p.
- Sidiropoulou M. Representation through translation: Shared maps of pragmatic meaning and the constructionist paradigm // Journal of Pragmatics. 2013. 53. P. 96-108.

Список источников иллюстративного материала

- Bhaktivedanta Swami A. C. Bhagavad-gita As It Is. Bhaktivedanta Book Trust, 1988. 920 p.

References

- Boldyrev N. N. (2019). Cognitive dominants of linguistic interpretation [Kognitivnye dominanty yazykovoy interpretatsii]. *Kognitivnye issledovaniya yazyka*. 36: 43-53. (In Russian)
- Demyankov V. Z. (1989). The effectivenessy]. *Problemy effektivnosti rechevoy kommunikatsii*. Moscow: INION AN USSR: 13-40. (In Russian)
- House J. (2006). Text and context in translation. *Journal of Pragmatics*. 38: 338-358.
- Karasik V. I. (2016). Discursive manifestation of personality [Diskursivnoye proyavlenie lichnosti]. *Russian Journal of Linguistics*. 20(4): 56-77. DOI 10.22363/2312-9182-2016-20-4-56-77. (In Russian)
- Kazydub N. N. (2020). Axiological perspectivization as a tool of discourse construction [Aksiologicheskaya perspektivizatsiya kak instrument diskursivnogo konstruirovaniya]. *Vestnik KGPU im. V.P. Astafyeva*. 4(54): 143-152. (In Russian)
- KhosraviNik M. (2015). Macro and micro legitimation in discourse on Iran's nuclear programme: the case of Iranian national newspaper Kayhan. *Discourse and Society*. 26(1): 52-73.
- Kolmogorova A. V., Kozachina A. V. (2020). Discursive strategies of legitimating institutionalized values in educational settings: experience of Japan. *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*. 13(12): 1985-1994. DOI 10.17516/1997-1370-0698.
- Kövecses Z. (2006). Language, Mind and Culture. Oxford. 2006. 397 p.

- Kövecses Z. (2017). Levels of metaphor. *Cognitive Linguistics*. 28(2): 321-347. DOI: 10.1515/cog-2016-0052.i.
- Kubryakova E. S. (2004). Language and knowledge. On the way of understanding the language: parts of speech from the cognitive perspective. The role of language in understanding the world. [Yazyk i znanie. Na puti polucheniya znaniy o yazyke: chasti rechi s kognitivnoy tochki zreniya. Rol' yazyka v poznanii mira]. Moscow: Yazyki slavyanskoy kul'tury. 2004. 555 p. (In Russian)
- Lakoff G. (2004) Metafory kotorymi my zhivem [Metaphors we live by] / G. Lakoff, M. Johnson; translated from the English language by A. N. Baranov and A. V. Morozova; edited by A. N. Baranov; preface by A. N. Baranov. Moscow: *Editorial URSS*. 256 p. (In Russian)
- Leeuwen T. (2008). Discourse and Practice: New tools for critical discourse analysis. Oxford, *Oxford University Press*. 2008. 184 p.
- Plotnikova S. N. (2014). Discourse construction as a theoretical concept [Diskursivnoe konstruirovaniye kak teoreticheskoe ponyatiye]. *Izvestia VGSPU. Filologicheskie nauki* [Bulletin of VGSPU. Philological sciences]. 5(90): 41-46. (In Russian)
- Plotnikova S. N. (2015). Discursive technologies and their role in constructing the social world [Diskursivnye tehnologii i ih rol' v konstruirovanii sotsial'nogo mira]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo lingvisticheskogo universiteta* [Bulletin of Moscow State Linguistic University]. 3(714): 72-83. (In Russian)
- Sharandin A. L. (2017). Types of knowledge in the context of interpretation theory [Tipy znaniy v kontekste teorii interpretatsii]. *Voprosy kognitivnoy lingvistiki* [Issues of Cognitive Linguistics]. 3: 10-18. (In Russian)
- Sidiropoulou M. (2013). Representation through translation: Shared maps of pragmatic meaning and the constructionist paradigm. *Journal of Pragmatics*. 53: 96-108.
- Voronina O. Y., Gorshkova V. E., Kazydub N. N. [et al.]. (2021). Dynamics and statics in understanding the being of language: approaches, phenomena, methods of representation. [Dinamika i statika v poznanii real'nosti yazyka: podhody, fenomeny, sposoby reprezentatsii]. Irkutsk: ISU Publishing House. 2021. 285 p. (In Russian)
- Yakoba I. A. (2018). Media discourse effectiveness: the gradation of power criterion [Effektivnost' mediynogo diskursa po kriteriyu gradatsii sil]. *Teoriya yazyka i mezhkul'turnaya kommunikatsiya. El. nauch. zh. Kurskogo gos. universiteta* [Theory of language and cross-cultural communication. E. Sc. J. of Kursk State University]. 4(31): 216-225. (In Russian)

Sources

- Bhaktivedanta Swami A. C.* (1988). Bhagavad-gita As It Is. Bhaktivedanta Book Trust, 1988. 920 p.

РЕЧЕВОЕ ПОВЕДЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО МЕДИАКРИТИКА НА МАТЕРИАЛЕ НЕМЕЦКОЯЗЫЧНОГО МЕДИАДИСКУРСА

*Людмила Николаевна Селиверстова,
orcid.org/0000-0003-3428-8826,
кандидат филологических наук, доцент
Институт филологии, журналистики и
межкультурной коммуникации
Южный федеральный университет,
ул. Большая Садовая, 105/42
Ростов-на-Дону, 344006, Россия
seliverstova_23@mail.ru*

*Никита Александрович Фёдоров,
orcid.org/0000-0002-7436-2202,
магистрант
Институт филологии, журналистики и
межкультурной коммуникации
Южный федеральный университет,
ул. Большая Садовая, 105/42
Ростов-на-Дону, 344006, Россия
zandoriann87@gmail.com*

Аннотация. В период активной глобализации человеческой коммуникации особый интерес для исследователей представляет ее прагмалингвистический аспект, а именно – человек говорящий как центр коммуникативной деятельности и речевой поступок как объект прагмалингвистического исследования. В настоящей работе представлены результаты исследования речевого поведения отдельных немецкоговорящих авторов-медиакритиков по речевой стратегии «формирования автором отношения получателя к речевому событию» на материале публикаций на тему распространения новой коронавирусной инфекции, опубликованных в журналах и на интернет-порталах «Шпигель» («DER SPIEGEL») и «Нойе Цюрихер Цайтунг» («Neue Züricher Zeitung») в период 2020–2022 годов. На основании полученных результатов удалось выделить некоторые личностные качества авторов-медиакритиков, большинство из которых отличают объективность, критическое отношение к действительности, решительность, наличие независимого мнения и непредвзятость.

Ключевые слова: прагмалингвистика, речевое поведение, речевая стратегия скрытого воздействия, речевой портрет, медиадискурс, медиакритика, немецкий язык.

SPEECH BEHAVIOUR OF A MODERN MEDIA-CRITIC ON THE MATERIAL OF THE GERMAN MEDIA DISCOURSE

*Ludmila N. Seliverstova,
orcid.org/0000-0003-3428-8826,
Candidate of Sciences in Philology, Docent
Institute of Philology, Journalism and Intercultural Communication
Southern Federal University,
Bolshaya Sadovaya 104/42
Rostov-on-Don, 344006, Russia
seliverstova_23@mail.ru*

*Nikita A. Fedorov
orcid.org/0000-0002-7436-2202,
Graduate student
Institute of Philology, Journalism and Intercultural Communication
Southern Federal University,
Bolshaya Sadovaya 104/42
Rostov-on-Don, 344006, Russia
zandoriann87@gmail.com*

Abstract. During the period of active globalization of human communication, its pragmalinguistic aspect, namely, the person speaking as the center of communicative activity and the speech act as the object of pragmalinguistic study is of particular interest to researchers. This article presents the results of a study of the speech behavior of individual German-speaking authors-mediaticritics according to the speech strategy of «the author's formation of the recipient's attitude to the speech event» based on publications on the spread of a new coronavirus infection published in journals and on the Internet portals "DER SPIEGEL" and "Neue Züricher Zeitung" in the period 2020-2022. On the basis of the results obtained, it was possible to identify some personal qualities of authors-mediaticritics, most of which are distinguished by objectivity, a critical attitude to reality, decisiveness, an independent opinion and impartiality.

Key words: pragmalinguistics, speech behavior, speech strategy of hidden influence, speech portrait, media discourse, media criticism, german language.

Введение

Антропоцентризм, характерный для лингвистических исследований современности, обуславливает интерес многих ученых к изучению речевых проявлений отправителя сообщения. Особое внимание исследователи уделяют языковой личности – личности, проявляющей себя в речевой деятельности и в речевом поведении, обладающей совокупностью знаний и представлений, реализующей себя в коммуникации, намеренно и в силу сложившихся речевых привычек выбирающей в конкретном акте общения ту или иную стратегию общения, и вместе с тем актуализирующей определенные прагматические значения и смыслы, интерпретация которых позволяет выйти за рамки текста в прагматическое поле дискурса, в данном исследовании медиакритического дискурса. В настоящем исследовании внимание направлено на речевое поведение современных немецкоязычных медиакритиков. В зависимости от состава критиков, аудитории, которой

предназначены критические сообщения, и особенностей их содержания медиакритику принято разделять на массовую, профессиональную («внутрицеховую», корпоративную) и академическую (научно-экспертную) [Короченский, 2003, с. 16]. Все три вида медиакритики тесно взаимосвязаны и образуют в совокупности сложное системное единство. Произведения медиакритики не всегда относятся к какому-то определенному виду в его «чистом виде», могут одновременно адресоваться и массовому получателю для принятия к сведению, и коллегам-практикам для взятия на вооружение, и теоретикам в сфере массовых коммуникаций для дальнейшего анализа. В рамках данного исследования речевое поведение журналистов-медиакритиков рассмотрено на публикациях, адресованных массовой аудитории. Речевое поведение авторов медиатекстов характеризует их как личность и часто отражает их личное отношение к описываемой ситуации, тем самым косвенно воздействует на читателя, что обуславливает особую динамику и широкую вариативность реализации речевых стратегий скрытого воздействия и является важным для данного исследования.

Выбор речевого поведения медиакритика в качестве объекта исследования не случаен. Медиакритики осуществляют критическое познание и оценку социально значимых, актуальных аспектов информационного производства в средствах массовой информации (далее СМИ). Медиакритический дискурс является важным элементом современного немецкого языка. Формируя представление носителей языка о СМИ и продуктах медиасферы, он непрерывно видоизменяется и находит все новые способы явного или скрытого воздействия на читателя, в том числе «способствует развитию медиакомпетентности граждан, их рационального и критического отношения к ... дискурсам, формируемым СМИ» [Korochensky, 2019, p. 393].

В этой связи представляется важным рассмотреть характерные особенности проявления речевого поведения немецкоязычных авторов-медиакритиков, актуализацию скрытого воздействия на читателя, а также охарактеризовать фрагменты речевого портрета современного немецкоязычного медиакритика.

Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужили тексты немецкоязычных авторов-медиакритиков, в числе которых Райнер Штадтлер (Rainer Stadtler), Хенрик Мюллер (Henrik Müller), Николаус Бломе (Nikolaus Blome), Саша Лобо (Sascha Lobo) и др., опубликованные в журналах и на интернет-порталах «Шпигель» («DER SPIEGEL») и «Нойе Цюрихер Цайтунг» («Neue Züricher Zeitung»). Отобранные для анализа тексты объединены одной тематикой: ситуацией распространения новой коронавирусной инфекции в период 2020–2022 годов. Актуальность данной темы подтверждает также ряд исследований, в том числе прагмалингвистических [Sambaraju, 2022].

В качестве основных методов исследования использовались метод объективного прагмалингвистического анализа, метод модифицированного

контент-анализа, многоуровневый сопоставительный анализ. Речевое поведение медиакритиков анализировалось путем проведения объективного прагмалингвистического эксперимента, разработанного проф. Матвеевой Г.Г. [Матвеева, 2013, с. 164-180], в рамках которого методом модифицированного контент-анализа рассмотрены речевые сигналы скрытой интенции авторов медиакритических текстов. Использование этого метода позволяет не просто рассмотреть формальную структуру прагматического значения и исследовать его отношение к объектам, но и проанализировать значение языковых средств по отношению к субъектам, использующим язык – отправителям медиатекста.

Медиакритические тексты можно рассматривать как инструмент воздействия на читательскую аудиторию, который в первую очередь характеризует отправителя текста, то есть исследовательский интерес направлен не только на содержание коммуникации, но и ее форму, то, как в силу сложившихся привычек ведет себя медиакритик в процессе общения, его речевое поведение.

Исследование речевого поведения медиакритика проводилось по речевой стратегии скрытого воздействия автора на получателя сообщения: стратегии «Формирования автором отношения получателя к речевому событию».

Дискуссия

В течение последних десятилетий акцент исследований в сфере большинства научных дисциплин направлен на человека. Человеческий фактор представляется сегодня основополагающим для большинства изучаемых явлений. Очевидно, подобный сдвиг центра научных интересов не мог обойти стороной лингвистику, предметом изучения которой является язык. Исследователи все чаще обращаются к носителю языка, его личности и воздействию речевых сообщений разного типа на специфику речевого общения. Таким образом, этап изучения формальных критериев языкового анализа сменился этапом исследования прагматики языка, то есть его прагматического воздействия [Матвеева, 2009; Матвеева, 2013].

Тема речевого поведения как обширного лингвистического явления в системах различных языков, в том числе – немецкого и русского, привлекает внимание специалистов. Так, разрабатываются вопросы речевого поведения, а именно речевое поведение как разновидность и часть социального поведения [Формановская, 1989; Формановская, 2007]; функциональные варианты речевого поведения как коммуникативные роли его участников – говорящего и слушающего [Винокур, 2009]; проблема диагностирования личностных свойств автора по его речевому поведению [Матвеева, 1999]; гендерные аспекты речевого поведения [Овсиенко, 2010; Bridges, 2017]; отдельные аспекты речевого поведения современных российских медиакритиков [Селиверстова, 2017; Селиверстова, 2020] и пр.

Существуют разные подходы к речевому поведению. Так, В.И. Карасик определяет речевое поведение как «систему коммуникативных поступков,

раскрывающих характер и образ жизни человека» [Карасик, 2004, с. 84]. Речевое поведение отражает регулярное взаимодействие лингвистических и экстралингвистических факторов и является визитной карточкой человека в обществе [Винокур, 2009, с. 29]. Это не столько языковая часть поведения вообще, сколько образ человека [Долинин, 2010, с. 10], состоящий из способов использования им языка применительно к реальным обстоятельствам его жизни [Винокур, 2009, с. 16]. Речевое поведение трактуется как лишенное осознанной мотивировки, автоматизированное, стереотипное речевое проявление [Формановская, 1989, с. 28]. В данной работе под речевым поведением понимается сугубо индивидуальное речевое проявление, совокупность речевых поступков, привычных действий выбора отправителем сообщения грамматических и текстуальных речевых сигналов.

Ряд исследователей также отмечает стереотипичный характер речевого поведения. Согласно А. А. Шунейко, речевой портрет является совокупностью стереотипичных черт речевого поведения индивида, выражающихся в его речевом опыте. Поскольку индивид и «произнесенная им речь находятся в сложном взаимодействии, при котором возможности и особенности говорящего отражаются в речи, а особенности речи проецируются на говорящего», эта характеристика служит одним из основных факторов, определяющих взаимоотношения говорящего и его окружения. Она функционирует как своеобразная «маска», относящая коммуниканта «к предпочтительному или нежелательному для взаимодействия типу» [Шунейко, 2011 с. 48].

Что касается зарубежных немецких исследователей, то большинство из них придерживается точки зрения, согласно которой речевое поведение (*Sprachverhalten*) тесно связано с понятием «*Sprachvermögen*», то есть способностью говорить на конкретном языке, а также с предрасположенностью к выбору конкретных языковых средств, обусловленных возрастом, социальным положением и другими факторами экстралингвистического характера. Различия в речевом поведении индивидов, как утверждает, например, В. Клейн, могут быть обусловлены «генетически» или, что более вероятно, зависеть от различной степени социализации участников коммуникации [Klein, 1995, S. 473].

С другой стороны, Дж. Беннет в своей работе «*Sprachverhalten*» говорит о том, что речевое поведение «в значительной степени обусловлено конвенциями речевого общения, присущими конкретному языковому обществу». Различие между коммуникативными и языковыми конвенциями или, другими словами, нормами выходит при этом на первый план [Bennett, 1982, S. 36].

Итак, обозначив основные подходы к толкованию понятия «речевое поведение», в рамках данного исследования будем рассматривать речевое поведение как совокупность речевых поступков, т. е. привычных действий выбора немецкоязычными журналистами-медиакритиками языковых средств для информирования читателей в медиапространстве. Данное определение выбрано нами как наиболее актуальное, поскольку особенности идеологии и

языковые привычки медиакритиков оказывают существенное влияние на прагмалингвистический аспект создаваемых ими текстов. Речевое поведение реализуется в текстах посредством речевых стратегий скрытого воздействия.

Под речевыми стратегиями скрытого воздействия мы вслед за Г. Г. Матвеевой будем понимать «совокупность способов машинального выбора коммуникантом речевых сигналов и выражения своих речевых привычек» [Матвеева, 2009, с. 55]. Коммуниканты воздействуют друг на друга, опираясь на свой речевой опыт и автоматически выбирая специфические лингвистические единицы, соответствующие коммуникативному намерению.

Результаты исследования

В рамках данного исследования рассмотрено речевое поведение авторов-медиакритиков по речевой стратегии «Формирования автором отношения получателя к речевому событию», поскольку их целью часто является стимулирование общественного интереса к актуальным проблемам социального функционирования средств массовой информации, обеспечение диалога между читателями и СМИ и непосредственно просвещение потребителей медийной информации в вопросах функционирования электронной прессы.

Стратегия «Формирования отправителем сообщения отношения получателя к речевому событию» реализуется в виде трех планов-вариантов: положительного, нейтрального или отрицательного оценивания. Эти планы актуализируются за счет выбора автором оценочных, эмоционально окрашенных лексических средств. Положительное и отрицательное отношение получателя к речевому событию формируется за счет выбора отправителем сообщения лексических единиц, содержащих соответствующую положительную или отрицательную оценку. Помимо обычной оценки «хорошо/плохо» актуализаторами являются социально обусловленные компоненты, соответствующие стереотипам поведения членов определенной социальной группы типа «интересно/ неинтересно, важно/ несущественно, просто/ сложно» и др. [Матвеева, 2013, с. 133]. Нейтральное отношение со стороны получателя формируется в случае, если автор использует лексические средства, не содержащие ни положительной, ни отрицательной оценки. Отдавая предпочтение формированию положительного или отрицательного отношения к речевому событию, автор тем самым демонстрирует свою активность в речевом поведении. Формируя нейтральное отношение к речевому событию и тем самым абстрагируясь от него, автор дает возможность читателям самостоятельно сформировать собственное отношение к описываемым событиям и фактам, демонстрирует собственную непредвзятость к излагаемому. Предпочтение автором плана формирования положительного отношения к речевому событию может свидетельствовать о присущем ему оптимизме и реалистичности, а частый выбор плана

формирования отрицательного отношения напротив – о присущем отправителю сообщения, пессимизме.

Несмотря на то, что любая оценка является субъективной, существуют определенные нормы речевого поведения в конкретных дискурсах. Стоит отметить, что оценка автором речевого события возможна лишь относительно некоего стандарта или нормы. В настоящей работе за норму принимается средний речеганровый показатель (далее СРП), который некоторые исследователи, в том числе Ломова О.В. [Ломова, 2004], называют также средней речеганровой величиной (СРВ), в ходе проведенного прагмалингвистического эксперимента был принят нами за норму речевого поведения медиакритиков в речевой ситуации медиакритического дискурса. Под нормой в данном случае нами понимается сходство в индивидуальных представлениях носителей языка о диапазоне допустимого варьирования формы. Этот диапазон утверждает соответствие языковой единицы эталону. Таким образом, СРП соответствует типичным чертам личности автора, а отклонение от доверительного интервала СРП является диагностирующим при определении характерных черт речевого поведения автора.

Помимо СРП необходимо также вычислить дисперсию (D) для каждого из планов, шаги отклонения (ΔS) и доверительные интервалы, которые позволяют провести исчерпывающую интерпретацию речевого поведения медиакритиков, установив отклонения их речевого поведения от нормы (СРП) или, наоборот, соответствие норме. Алгоритм проведения прагмалингвистического эксперимента описан проф. Г. Г. Матвеевой [Матвеева, 2013, с. 168-177], поэтому отметим лишь основные моменты.

Показатели, превышающие верхнюю или нижнюю границу интервала, являются диагностирующими при выявлении исследуемой черты речевого поведения у участника эксперимента. Проанализировав 1800 малых синтаксических групп (далее МСГ) текстов шести немецкоязычных медиакритиков XXI века, мы составили таблицу 1, данные которой отражают частоту актуализации планов формирования различного отношения получателя сообщений к речевому событию в речевом поведении авторов текстов.

Таблица 1 – Речевое поведение авторов-медиакритиков по стратегии «формирования автором отношения получателя к речевому событию»

Планы Авторы	Кол-во МСГ	Положительное оценивание		Нейтральное оценивание		Отрицательное оценивание	
		МСГ	%	МСГ	%	МСГ	%
Rainer Stadler	300	61	20,3	131	43,7	108	36,0
Henrik Müller	300	42	14,0	137	45,7	121	40,3
Nikolaus Blome	300	46	15,3	148	49,4	106	35,3
Sascha Lobo	300	43	14,3	131	43,7	126	42,0
Felix Hütten	300	47	15,7	203	67,7	50	16,6
Michail Hegstenberg	300	51	17,0	154	51,3	95	31,7

Средняя речежанровая величина		48,3	16,1	150,6	50,25	101	33,65
Шаг отклонения			2,25		8,8		8,8
Доверительный интервал			13,85– 18,35		41,45– 59,05		24,85– 42,45

СРП актуализации плана формирования положительного отношения составляет 16,1%. Будем считать, что полученный СРП является нормой для текстов медиакритического дискурса, тогда значительные отклонения от этой величины будут свидетельствовать о соответствующих личностных качествах автора, то есть будут диагностирующими. В нашем случае диагностирующим будет выход за диапазон между 13,85% и 18,35%.

Показатели этого плана у М. Хегстенберга (17,0%), Ф. Хюттена (15,7%), Н. Бломе (15,3%), С. Лобо (14,3%) и Х. Мюллера (14%) не выходят за рамки доверительного интервала, соответствуют норме и не могут характеризовать их как личность. Только показатель Р. Штадтлера (20,3%) превышает верхнюю границу доверительного интервала данного плана, что может быть интерпретировано как наличие у этого медиакритика оптимистичного мировоззрения, способности рассматривать с позитивной точки зрения даже такие кризисные ситуации, как эпидемия коронавирусной инфекции, а также положительно оценивать изменения в окружающем мире, сложившейся экономической, общественной и эпидемической ситуации. Приведём примеры:

[1] ...dokumentierten in diesem Sinn einen Verstoss gegen die aufklärerischen Werte des Bürgers, [2] der offen für seine Sache einsteht. [3] Letztlich ging es auch um die Sicherheit. [4] Man wollte verhindern, [5] dass Gewalttätige sich in der Anonymität **der Verantwortung entziehen** können [Stadtler, 2020].

Данный пример дает понять, как Р. Штадтлер использует план формирования положительного отношения к речевому событию, употребляя лексемы с позитивными коннотациями типа «*offen für etw. entstehen*» – *быть открытым для чего-либо*, «*Sicherheit*» – *безопасность*, «*verhindern*» – *предотвращать*, «*aufklärerische Werte*» – *просветительские ценности* в МСГ 1–4, чтобы создать контраст между ними и негативно окрашенным словосочетанием «*sich der Verantwortung entziehen*» – *избежать ответственности*. Таким образом, с помощью большинства положительно окрашенных лексем создается оптимистичное оценивание ситуации, способной вызвать скепсис у некоторых читателей.

[1] Dank dem Schleier werde sie nicht mehr auf Äusserlichkeiten reduziert [Stadtler, 2020].

Наречия «*dank*» – *благодаря* и «*nicht mehr*» – *больше не* в совокупности с употребленной формой сослагательного наклонения Konjunktiv I «*werde*» – *будет* и глаголом «*reduzieren*» – *сокращать* отражают оптимистичный настрой автора к косвенно передаваемой им информации, что вызывает доверие у читателя.

[1] Dem Islamischen Zentralrat Schweiz (IZRS) *geling* dies zeitweise *sehr gut* [Hegstenberg, 2020].

Ссылка М. Хегстенберга на опыт конкретной организации в решении описываемой проблемы приобретает положительный эмоциональный окрас путем употребления глагола с позитивной коннотацией «*gelingen*» – *удаваться* и прилагательного «*gut*» – *хорошо*, усиленного наречием «*sehr*» – *очень*. Таким образом, излагаемая информация получает одобрение автора и, следовательно, его аудитории.

Самый низкий показатель данного плана наблюдается у Х. Мюллера (14,0%). Тем не менее, этот показатель нельзя назвать диагностирующим, поскольку он находится в пределах вычисленного доверительного интервала.

[1] ...die chinesische Regierung, [2] die eine Branche nach der anderen **unter** ihre **Kuratel stellt**, [3] während die vor Kurzem noch *kraftstrotzende* Wirtschaft [4] unter abermaligen Corona-Lockdowns **leidet** [Müller, 2021].

В данном примере план формирования положительного отношения к речевой ситуации проявляется лишь в одной МСГ из четырех и выражен лексемой «*kraftstrotzend*» – *мощный*, в то время как остальные МСГ несут в себе лексемы плана формирования отрицательного отношения к речевой ситуации, например, «*unter Kuratel stellen*» – *брать под опеку*, «*leiden*» – *страдать*. Отношение медиакритика, в основном, проявляется путем использования плана формирования отрицательного отношения читателей к описываемому событию, а единственное употребление плана формирования положительного отношения служит лишь для усиления критической оценки автора.

СРП актуализации плана формирования нейтрального отношения составляет 50,25%. Пределы доверительного интервала лежат в диапазоне между 41,45% и 59,05%.

В случае плана формирования нейтрального отношения к речевому событию диагностирующим показателем обладает Ф. Хюттен (67,7%). Показатель данного медиакритика превышает верхнюю границу доверительного интервала на 17,45%, что позволяет охарактеризовать отклонение как значительное. Предположительно, Ф. Хюттен занимает в своих текстах нейтральную позицию информатора, оставляя за читателем право формировать собственное мнение касательно изложенных фактов и описанных событий. Высокий показатель актуализации плана формирования нейтрального отношения подразумевает, что остальные планы выражены у данного медиакритика не так явно, как у других участников прагмалингвистического эксперимента. Можно предположить, что показатель одного из оставшихся планов у данного медиакритика будет значительно отличаться от СРП вследствие неравномерного распределения МСГ между ними.

Рассмотрим примеры:

[1] Seit dem Wochenende wird in Deutschland und anderen Staaten der Europäischen Union gegen das Coronavirus geimpft. [2] *Hochbetagte Senioren*, [3] aber auch Pflegepersonal waren unter den ersten Personen, [4] die eine Spritze

mit dem Impfstoff der Mainzer Firma Biontech und ihres US-Partners Pfizer erhielten [Hütten, 2021].

В приведенном примере чётко прослеживается характерный стиль Ф. Хюттена, заключающийся в беспристрастной констатации фактов без их оценочного описания. Единственное эмоционально окрашенное словосочетание «*hochbetagte Senioren*» – *престарелые*, которое принадлежит к плану положительного оценивания, относится к возвышенному стилю и нацелено на расставление акцентов важности в тексте.

[1] In Italien erhielt hingegen die 29-jährige Krankenschwester Claudia Alivernini in einem Krankenhaus in Rom eine erste Immunisierung. [2] **Sie sprach** von einem [3] *aufregenden, historischen* Moment [Hütten, 2021].

Несмотря на наличие в приведенных МСГ позитивно окрашенных лексем «*aufregend*» – *будоражающий* и «*historisch*» – *исторический (момент)*, обе они находятся в зависимости от остальных нейтрально окрашенных лексем, поскольку передают отношение к описываемому событию не автора, а стороннего специалиста, что, несомненно, ослабляет их эффект при формировании положительного отношения к речевому событию у читателей.

Низкие показатели данного плана прослеживаются у Р. Штадтлера и С. Лобо (43,7%). Несмотря на то, что показатели не являются диагностирующими, находясь в пределах доверительного интервала, их расположение у нижнего края диапазона свидетельствует о склонности данных медиакритиков к эмоциональному изложению фактов, навязыванию читателю определённого отношения к речевой ситуации, а также четко выраженной личной позиции к ней, которая выражается в планах положительного и отрицательного оценивания.

[1] Aus meiner Sicht sind diese Meinungen nicht gleichwertig: [2] Die eine orientiert sich am wissenschaftlichen Konsens, [3] an Solidarität sowie der flächendeckenden *Schnauzenvollheit*, [4] die andere *stützt sich* oft auf *unseriöse, esoterische* Quellen oder auf *Propaganda* [Lobo, 2021].

Примечательно, что С. Лобо в первых двух МСГ излагает информацию нейтрально, не прибегая к ярко выраженным средствам эмоционального воздействия. Однако в последующих МСГ проявляется его критическое отношение к речевому событию, которое выражено при помощи иронически окрашенного существительного «*Schnauzenvollheit*» – *пресыщенность*, глагола «*sich stürzen*» – *устремляться, бросаться* и прилагательных «*unseriös*» – *несерьёзный* и «*esoterisch*» – *эзотерический*, а также лексемой с негативной коннотацией «*Propaganda*» – *пропаганда*.

Показатели остальных медиакритиков отличаются от СРП данного плана в незначительной степени.

СРП актуализации плана формирования отрицательного отношения составляет 33,65%. Пределы доверительного интервала лежат в диапазоне между 24,85% и 42,45%.

При рассмотрении плана формирования отрицательного отношения к речевому событию можно заметить, что диагностирующий показатель, выходящий за пределы доверительного интервала, принадлежит Ф. Хюттену

(16,6%). Стоит отметить, что разница между ним и СРП составляет 17,05%. Такое значительное отклонение от нормы подтверждает наше предположение касательно данного медиакритика и девиаций его речевого поведения. Результаты анализа позволяют сделать вывод о том, что Ф. Хюттену не свойственно формирование негативного отношения читателей к описываемым событиям, поскольку медиакритик склонен к беспристрастной передаче фактов и рассчитывает на то, что получатели сообщения сформируют свое мнение самостоятельно.

[1] Für England ermittelten sie eine um 77 Prozent erhöhte Reproduktionszahl [2] unter Annahme einer Generationszeit von 5,5 Tagen. [3] Die Generationszeit beschreibt die Zeitspanne zwischen der Infektion einer Person und der Weitergabe des Virus [Hütten, 2021].

Наличие большого количества статистических данных в приведенном примере очередной раз подчеркивает склонность Ф. Хюттена к беспристрастной передаче информации.

С другой стороны, максимально приближенный к верхней границе доверительного интервала показатель можно наблюдать у С. Лобо (42,0%). Это весьма высокое значение, которому не хватает 0,5%, чтобы оказаться диагностирующим. Тем не менее, этого достаточно, чтобы определить склонность С. Лобо к негативной оценке описываемых событий, пессимизму, высокую долю иронии и социальной критики в его статьях. Кроме того, подобный вывод можно сделать и о Х. Мюллере, чей показатель (40,3%) едва отличается от показателя С. Лобо. Другими словами, в статьях обоих медиакритиков преобладают МСТ с лексическими компонентами, содержащими негативную эмоциональную окраску или коннотации, а также осуждение в прямой или косвенной форме.

[1] ...vom wirtschaftlichen Druck auf Unternehmen mit Publikumsverkehr und vom öffentlichen Wunsch, [2] der ganze Shit möge endlich, endlich vorbei sein [Lobo, 2021].

В приведенном примере план формирования отрицательного отношения к речевому событию у С. Лобо актуализируется при помощи негативно окрашенного заимствованного слова «*Shit*», усиленного прилагательным «*ganz*» – *весь*, а также иронии, выраженной через редупликацию лексемы «*endlich*» – *наконец*, и глагола «*vorbeisein*» – *пройти, кончиться*.

[1] Der Zeitgeist trägt autoaggressive Züge. [2] Tenor: Wir können es einfach nicht, [3] und dieses kollektive Versagen zwingt jeden einzelnen von uns, [4] tatenlos herumzusitzen [Müller, 2021].

У Х. Мюллера план формирования отрицательного отношения к речевому событию актуализируется схожим образом: путем употребления эмоционально-окрашенных лексем «*autoaggressiv*» – *проявляющий агрессию по отношению к себе*, «*kollektives Versagen*» – *коллективный провал*, «*talentlos herumsitzen*» – *бездарно лениться*, а также модальной конструкции, обозначающей неспособность к выполнению определённых действий «*Wir können einfach nicht*» – *мы просто не можем*.

Сравнив значения СРП планов между собой, можно прийти к выводу, что наиболее представительным оказался план формирования нейтрального отношения (50,25%). Очевидно, это связано с особенностями медиакритического дискурса. Прежде всего, строгость формы и содержания обязывает авторов медиакритических статей проверять имеющиеся фактологические данные, предоставляя читателям относительно объективную информацию и обращая их внимание на ключевые актуальные события.

В качестве примеров можно привести следующие отрывки из статей участников прагмалингвистического эксперимента:

1) [1] In Deutschland infizieren sich jeden Tag wieder mehr und mehr Menschen mit Sars-CoV-2. [2] Die vierte Welle, geprägt von der Delta-Variante des Virus, [3] baut sich auf – [4] das zeigen die Inzidenzwerte deutlich [Hütten, 2020].

2) [1] Die Mutante trägt 23 Mutationen im Erbgut, [2] von denen ihr manche, das zeigt die aktuelle Studie im Fachmagazin Science, [3] einen deutlichen Vorteil verschaffen [Hütten, 2021].

В приведенных примерах практически отсутствует эмоционально-оценочная лексика. На передний план выходит фактологическая информация, зачастую сопровождаемая актуальной терминологией и статистическими данными.

За планом формирования нейтрального отношения со значительным отрывом следует план формирования отрицательного отношения (33,65%), что неудивительно, поскольку развитие диалога вкупе с взаимодействием СМИ и гражданского общества является основной целью медиакритического дискурса. Благодаря ярко выраженной критической оценке социально значимых событий и информационного производства в СМИ медиакритики оказывают активное влияние на восприятие медийного содержания его потребителями, вызывая дискуссии.

[1] Auf dem sozialen Netzwerk für *Boomer*, einer *merkwürdigen* Multiplattform namens Facebook, [2] fanden sich im [3] vergangenen Jahr *endlose*, [4] *hasserfüllte* Litaneien über *schlimme* junge Leute [Hütten, 2021].

Наличие в приведенном примере значительного количества эмоционально-окрашенных лексем «*Boomer*» – бумер (*уничжительное наименование представителей послевоенного поколения*), «*merkwürdig*» – странный, «*hasserfüllt*» – исполненный ненависти подтверждает вышесказанное.

Наконец, план формирования положительного оценивания (16,1%) располагает наименьшим показателем СРП, что также свидетельствует о специфике медиакритического дискурса, которому свойственно изложение объективных фактов действительности с их последующим критическим осмыслением. В то же время положительное оценивание данной информации играет второстепенную роль, дополняя критические выводы авторов и формируя адекватное восприятие действительности у реципиентов сообщений. Сочетание разных планов формирования отношения к речевому

событию и его оценок способствует достижению взвешенных выводов и налаживанию стабильного контакта между автором и читателями.

[1] Die Pandemie *ebbt* langsam *ab*, [2] 40 Prozent der Bevölkerung sind mittlerweile mindestens einmal geimpft worden. [3] Für den von vielen *erhofften* und von sachkundiger Seite angekündigten »*guten Sommer*« [4] scheint irgendwie nur noch der Sommer zu fehlen [Lobo, 2021].

Приведенный пример показывает, как план формирования положительного отношения к речевой ситуации актуализируется при помощи позитивно окрашенной метафоры «*abebben*» – *отступать (о приливе)*, а также лексем по типу «*erhofft*» – *полный надежд*, «*gut*» – *хороший*. План положительного оценивания дополняет план формирования нейтрального отношения к речевой ситуации, добавляя авторскому стилю эмоциональность и укрепляя читательское доверие к авторской точке зрения.

Выводы

На основании проведенного исследования можно утверждать, что фактическая и эмоциональная нагрузка речевых поступков в рамках медиакритического дискурса, особенно в условиях кризисной ситуации, зависит не только от принципов, согласно которым его участники организуют речевое общение, но и от специфики описываемых событий и отношения авторов к ним. Это отношение, как и некоторые другие прагмалингвистические аспекты успешной коммуникации, реализуются путем речевых стратегий и тактик. Поскольку объект данного исследования находится в области скрытой прагмалингвистики, то особое внимание уделялось речевым поступкам участников эксперимента, то есть автоматическим действиям выбора авторами медиакритических статей тех или иных речевых сигналов, складывающихся в речевые стратегии скрытого воздействия. Кроме того, в ходе исследования было доказано, что актуализация речевых сигналов такого плана происходит косвенно, а речевое поведение отдельных личностей состоит из совокупности их речевых поступков.

Проведя анализ речевого поведения немецких медиакритиков и диагностировав личностные качества некоторых из них, нам удалось выделить личностные свойства, характерные для представителей немецкой медиакритики в целом. В результате анализа речевого поведения авторов-медиакритиков мы отметили, что большинство из них отличают объективность, критическое отношение к действительности, решительность, наличие независимого мнения и непредвзятость.

В дальнейшем представляется перспективным сравнение речевого поведения русскоязычных медиакритиков с речевым поведением их немецких коллег. Потенциально представляется вероятным выявление национально-культурной специфики их речевого поведения и способов ее отражения представителями различных культур, объединённых общей профессиональной принадлежностью.

Библиографический список

- Винокур Т. Г. Говорящий и слушающий. Варианты речевого поведения. Изд-во: Книжный дом «Либроком», 2009. 176 с.
- Долинин К. А. Интерпретация текста: Французский язык. М.: КомКнига, 2010. 304 с.
- Карасик В. И. Языковой круг: личность, концепты, дискурс. М., 2004. 390 с.
- Короchenский А. П. Медиакритика в теории и практике журналистики. Автореф. дис. ... д-ра фил. Наук. СПб, 2003. 41 с.
- Ломова О. Е. Речевое поведение актеров в автобиографических текстах (на материале русского и немецкого языков): дис. ... канд. филол. наук: 10.02.19 / О. Е. Ломова. Ростов-на-Дону, 2004. 159 с.
- Матвеева Г. Г. Два направления в современной прагмалингвистике / Г. Г. Матвеева, И. В. Самарина, Л. Н. Селиверстова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика. 2009. № 1-2. с. 50–57.
- Матвеева Г. Г. Диагностирование личностных свойств автора по его речевому поведению. Ростов-на-Дону: ДЮИ, 1999. 82 с.
- Матвеева Г. Г. Основы прагмалингвистики / Г. Г. Матвеева, А. В. Ленец, Е. И. Петрова. Москва: ФЛИНТА, 2013. 232 с.
- Овсиенко Т. В. Диагностирование личностных качеств авторов: гендерный и национальный критерии (на материале немецкого и русского детектива): автореф. дис. ... канд. филол. наук: 10.02.19. / Т. В. Овсиенко. Ростов-на-Дону, 2010. 20 с.
- Селиверстова Л. Н. Прагмалингвистический анализ текстов российских медиакритиков / Филологические науки. Научные доклады высшей школы. 2017. № 1. с. 32–42.
- Формановская Н. И. Речевое взаимодействие: коммуникация и прагматика. М.: Издательство «Икар», 2007. 480 с.
- Формановская Н. И. Речевой этикет и культура общения. М.: Высшая школа, 1989. 159 с.
- Шунейко А. А. Стереотипы речевого поведения / А. А. Шунейко, И. А. Авдеенко // Русская речь. 2011. № 3. с. 47–50.
- Bennett, J. Sprachverhalten. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 1982. 440 S.
- Bridges J. Gendering metapragmatics in online discourse: „Mansplaining man gonna mansplain...“ / Discourse, Context & Media. 2017. Vol. 20. p. 94-102.
- Hegstenberg M. Ärmel hoch und durch // DER SPIEGEL. 2020. [Электронный ресурс] URL: <https://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/corona-warum-uns-die-impfkampagne-retten-muss-a-c7394679-ab0d-4866-934a-3ec3ca3276f3> (Дата обращения: 04.10.2022).
- Hütten F. Europa impft – und bangt [Электронный ресурс] // Süddeutsche Zeitung. – 2020. – URL: <https://www.sueddeutsche.de/politik/corona-pandemie-europa-impft-und-bangt-1.5158753> (Дата обращения: 04.10.2022).
- Hütten F. Was der Inzidenzwert noch wert ist // Süddeutsche Zeitung. 2021. [Электронный ресурс] URL: <https://www.sueddeutsche.de/politik/corona-inzidenzwert-jens-spahn-1.5391995> (Дата обращения: 04.10.2022).
- Klein, W. Sprachverhalten // Enzyklopädie der Psychologie, Göttingen: Hogrefe, 1995. S. 469–505.
- Korochensky A. P. Civil Media Criticism and Political Processes in Mediatized Society / A. P. Korochensky, D. S. Srybnyy, Y. I. Tyazhlov // Media Education. 2019. Vol. 59. No 3. p. 393-399.
- Lobo S. Die kalte Impfpflicht kommt // DER SPIEGEL. 2021. [Электронный ресурс] URL: <https://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/coronavirus-die-kalte-impfpflicht-kommt-kolumne-von-sascha-lobo-a-55681c8a-b9ae-4f7c-8095-3c35a9c7d733> (Дата обращения: 04.10.2022).
- Müller H. Schlimme neue Welt // DER SPIEGEL. 2021. [Электронный ресурс] URL: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/im-dauer-krisen-modus-schlimme-neue-welt-kolumne-a-20a0ece8-56c5-4f73-bcd7-dde00b94d47b> (Дата обращения: 04.10.2022).
- Sambaraju R. „My countrymen have never disappointed me“: Politics of service in Modi's speeches during COVID-19 / Discourse, Context & Media. 2022. Vol. 47 [Электронный

ресурс] URL:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211695822000174?via%3Dihub> (Дата обращения: 04.10.2022).
Seliverstova L. N. Sketches for the Speech Portrait of a Media Critic: Kirill Razlogov / L. N. Seliverstova, L. M. Buzinova, A. A. Levitskaya // *Media Education (Mediaobrazovanie)*. 2020. 60(2). p. 323-332.
Stadtler R. Erst Vermummungsverbot, dann Burka-Initiative, und jetzt Maskenpflicht? Die Diskussion um Verhüllung bekommt eine ironische Note, wenn man ein paar Jahre zurückblickt // *Neue Züricher Zeitung*. 2020. [Электронный ресурс] URL: <https://www.nzz.ch/meinung/kolumnen/gesichtsmasken-und-verschleierung-zeitgeschichte-mit-ironie-ld.1564608> (Дата обращения: 04.10.2022).

References

- Bennett, J.* (1982). *Sprachverhalten*. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 440 S.
- Bridges J.* (2017). Gendering metapragmatics in online discourse: „Mansplaining man gonna mansplain...“. *Discourse, Context & Media*. Vol. 20: 94-102.
- Dolinin K. A.* (2010). *Text interpretation: French*. Moscow: Kom-Kniga. 304 p.
- Formanovskaya N. I.* (1989). *Speech etiquette and culture of communication*. Moscow: Higher School. 159 p. (in Russian)
- Formanovskaya N. I.* (2007). *Speech interaction: communication and pragmatics*. Moscow: Ikar Publishing House. 480 p. (in Russian)
- Hegstenberg M.* (2020). Ärmel hoch und durch / DER SPIEGEL. [Electronic resource] URL: <https://www.spiegel.de/wissenschaft/medizin/corona-warum-uns-die-impfkampagne-retten-muss-a-c7394679-ab0d-4866-934a-3ec3ca3276f3> (date of the application: 04.10.2022).
- Hütten F.* (2020). Europa impft – und bangt // *Süddeutsche Zeitung*. 2020. [Electronic resource] URL: <https://www.sueddeutsche.de/politik/corona-pandemie-europa-impft-und-bangt-1.5158753> (date of the application: 04.10.2022).
- Hütten F.* (2021). Was der Inzidenzwert noch wert ist // *Süddeutsche Zeitung*. [Electronic resource] URL: <https://www.sueddeutsche.de/politik/corona-inzidenzwert-jens-spahn-1.5391995> (date of the application: 04.10.2022).
- Karasik V. I.* (2002). *Language circle: personality, concepts, discourse*. Volgograd: Change. 2002. 390 p. (in Russian)
- Klein, W.* (1995). *Sprachverhalten // Enzyklopädie der Psychologie*, Göttingen: Hogrefe, S. 469–505.
- Korochensky A. P., Srybnyy D. S., Tyazhlov Y. I.* (2019). Civil Media Criticism and Political Processes in Mediatized Society. *Media Education*. Vol. 59. No 3: 393-399.
- Korochensky A. p.* (2003). *Media criticism in theory and practice of journalism*. Ph.D. thesis. St.Petersburg. 41 p. (in Russian)
- Lobo S.* (2021). Die kalte Impfpflicht kommt // DER SPIEGEL. [Electronic resource] URL: <https://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/coronavirus-die-kalte-impfpflicht-kommt-kolumne-von-sascha-lobo-a-55681c8a-b9ae-4f7c-8095-3c35a9c7d733> (date of the application: 04.10.2022).
- Lomova O. E.* (2004). Speech behavior of actors in autobiographical texts (based on Russian and German languages): dis. ... kand. filol. nauk: 10.02.19. 159 p. (in Russian)
- Matveeva G. G.* (1999). *Diagnosis of the author's personal qualities by his speech behavior*. Rostov-on-Don: DUI. 82 p. (in Russian)
- Matveeva G. G.* (2013). *Fundamentals of pragmalinguistics* / G. G. Matveeva, A. V. Lenets, E. I. Petrova. Moscow: Flinta. 232 p. (in Russian)
- Matveeva G. G.* (2009). Two directions of modern pragmalinguistics / G. G. Matveeva, L. N. Seliverstova, I.V. Samarina. *Bulletin of St. Petersburg University*: 50-57. (in Russian)

- Müller H. (2021). Schlimme neue Welt // DER SPIEGEL. [Electronic resource] URL: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/im-dauer-krisen-modus-schlimme-neue-welt-kolumne-a-20a0ece8-56c5-4f73-bcd7-dde00b94d47b> (date of the application: 04.10.2022).
- Ovsienko T. V. (2010). Diagnosis of the personal qualities of the authors: gender and national criteria (on the material of the German and Russian detective story): avtoref. dis. ... kand. filol. nauk: 10.02.2019. Rostov-on-Don. 20 p. (in Russian)
- Sambaraju R. (2022). „My countrymen have never disappointed me”. Politics of service in Modi's speeches during COVID-19. *Discourse, Context & Media*. Vol. 47 [Electronic resource] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211695822000174?via%3Dihub> (date of the application: 04.10.2022).
- Selivertova L. N. (2017). Pragmalinguistic analysis of texts by Russian mediacritics. *Filologicheskie nauki, Nauchnye doklady visshey shkoly*. №1:32–42. (in Russian)
- Seliverstova L. N., Buzinova, L. M., Levitskaya A. A. (2020). Sketches for the Speech Portrait of a Media Critic: Kirill Razlogov. *Media Education (Mediaobrazovanie)*. 60(2): 323-332.
- Shuneiko A. A., Avdeenko I. A. (2011). Stereotypes of speech behavior. *Russian speech*. №3: 47–50. (in Russian)
- Stadtler R. (2020). Erst Vermummungsverbot, dann Burka-Initiative, und jetzt Maskenpflicht? Die Diskussion um Verhüllung bekommt eine ironische Note, wenn man ein paar Jahre zurückblickt // Neue Züricher Zeitung. [Electronic resource] URL: <https://www.nzz.ch/meinung/kolumnen/gesichtsmasken-und-verschleierung-zeitgeschichte-mit-ironie-ld.1564608> (date of the application: 04.10.2022).
- Vinokur T. G. (2009). The speaker and the listener. Variants of speech behavior. “Librokom” Book House. 176 p. (in Russian)

УДК 811.581

DOI 10.51955/2312-1327_2023_1_221

ПРЕЦЕДЕНТНОСТЬ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ АГРЕССИВНОГО ДИСКУРСА В КИТАЙСКОЯЗЫЧНОЙ ИНТЕРНЕТ- КОММУНИКАЦИИ

Лю Цици^{1,2},
orcid.org/0000-0002-3595-7262,
аспирант¹,
старший преподаватель²

¹Московский государственный лингвистический университет,
ул. Остоженка, д. 38, стр. 1
Москва, 119034, Россия

²Синьцзянский педагогический университет,
ул. Гуаньюань, д. 100
Урумчи, 830017, Китай
602680780@qq.com

Аннотация. Агрессия как лингвокультурологический феномен проявляется на всех уровнях деятельности человека, в том числе, и в интернет-среде, анонимность которого усиливает степень агрессивности и стимулирует творческие способности пользователей сети на основе прецедентных феноменов. Актуальность темы обусловлена необходимостью выявления соотношения речевой агрессии и прецедентных феноменов в интернет-пространстве на материале китайского языка. Недостаточно изученными представляются способы проявления прецедентности в данной среде. Целью данной

работы является анализ и описание агрессивной коммуникации в китайскоязычном интернете с особым вниманием к прецедентности как фактору проявления агрессии в коммуникативном сообществе. В рамках данной статьи рассматривается феномен прецедентности агрессивного дискурса в китайском микроблоге Sina Weibo с применением метода дискурс-анализа. Автор исследует 4 вида прецедентных феноменов и способы проявления прецедентности в указанном дискурсе. Основные выводы статьи сводятся к тому, что прецедентные феномены являются одной из важнейших составляющих китайскоязычной агрессивной интернет-коммуникации, а прецедентность выступает как важный фактор в процессе формирования агрессивного дискурса в китайской интернет-среде при помощи полного и трансформированного цитирования.

Ключевые слова: прецедентность, прецедентные феномены, агрессивный дискурс, интернет-коммуникация, цитирование, китайский язык.

PRECEDENCE AS A COMPONENT OF AGGRESSIVE DISCOURSE IN THE CHINESE-LANGUAGE INTERNET COMMUNICATION

*Liu Qiqi^{1, 2},
orcid .org/0000-0002-3595-7262,*

*PhD student¹,
senior lecturer²*

*¹Moscow State Linguistic University,
38 Ostozhenka str., building 1,
Moscow, 119034, Russia*

*²Xinjiang Normal University,
100 Guanyuan str.*

*Urumqi, 830017, China
602680780@qq.com*

Abstract. Aggression as a linguocultural phenomenon that manifests itself at all levels of human activity, including the Internet environment, whose anonymity increases the aggression degree and stimulates network users' creative abilities on the basis of precedent phenomena. The relevance of the topic is due to the need to identify the correlation between speech aggression and precedent phenomena in the Internet space on the material of the Chinese language. The ways of manifestation of precedence in this environment are insufficiently studied. The purpose of this paper is to analyze and describe aggressive communication in the Chinese-language Internet, with particular attention to precedence as a factor of aggression in the net community. This article examines the phenomenon of precedence over the aggressive Internet communication by the material of the Chinese microblog Sina Weibo. Research method of this article is discourse analysis. The author investigates 4 types of precedent phenomena and ways of manifestation of precedence in the mentioned discourse. The main conclusions of the article are that precedent phenomena are one of the most important components of the Chinese-language aggressive Internet communication, precedence as an important factor of aggressive discourse in the Chinese Internet environment is expressed in two ways: by full and transformed citations.

Keywords: precedence, precedent phenomena, aggressive discourse, Internet communication, citation, Chinese language.

Введение

В современной интернет-лингвистике господствует точка зрения, что «речевая агрессия становится неотъемлемым атрибутом современности: активно вторгается в политику, включается в систему экономики,

бесцеремонно проникает на страницы газет и в рекламные тексты, легко встраивается в семейные и межличностные отношения» [Щербинина, 2013, с. 3]. Интернет-пространство как речевое пространство, характеризующееся реальностью и визуальностью, также не является исключением в этом отношении. «Технологии изменили то, как мы работаем и взаимодействуем. Доступный через смартфоны, планшеты и компьютеры, Интернет стал неотъемлемой частью нашей повседневной жизни» [Zhong et al., 2020, с. 5]. Тем более, что вследствие своей анонимности данное пространство уже служит «ареной» проявления речевой агрессии со стороны сетевых резидентов.

Интернет-язык как специфический вариант общеупотребительного языка, естественно, обладает эмоциональной функцией. Интернет-язык создается в процессе сетевого общения и обмена информацией, является медиумом выражения пользователями интернета личных чувств и мнений по поводу событий и проблем. В реальной жизни выражение эмоций может происходить разными способами: при помощи интонаций, жестов, мимики, молчания, лексических единиц и др. В перечне этих возможностей особое место занимает языковая игра на основе прецедентных феноменов, которая является «одним из популярных и продуктивных способов создания экспрессии в интернет-коммуникации» [Карташова и др., 2015, с. 55].

В последние годы теории прецедентности уделяется большое внимание в исследованиях в области языкознания и культурологии по той причине, что в результате взаимодействия языка и культуры прецедентные феномены могут существенно определять восприятие и понимание духовной и культурной деятельности определенной нации. В этой связи прецедентные феномены рассматриваются в качестве важного способа исследования языковой и культурной личности. При ее более детальном изучении ученые, как правило, не удовлетворяются исключительно структурным описанием прецедентных феноменов, а пытаются исследовать истоки, способы применения, функции и иные аспекты прецедентности с различных точек зрения и в рамках разных дисциплин; в результате они осуществляют всестороннее исследование этих феноменов.

Теория прецедентности основана на понятии прецедентного текста, предложенном Ю.Н. Карауловым (1935-2016). В книге «Русский язык и языковая личность» данный термин определяется как «тексты, (1) значимые для той или иной личности в познавательном и эмоциональном отношениях, (2) имеющие сверхличностный характер, т. е. хорошо известные и широкому окружению данной личности, включая ее предшественников и современников, и, наконец, такие, (3) обращение к которым возобновляется неоднократно в дискурсе данной языковой личности» [Караулов, 1987, с. 216].

По мере более глубокого изучения феномена прецедентного текста появляются новые термины и концепции. Но все же в центре внимания по-прежнему остаются критерии типологизации прецедентных феноменов (ПФ), основанные на классификации В. В. Красных и Д. Б. Гудкова, которые

предлагают различать четыре вида прецедентных феноменов: прецедентный текст (ПТ), прецедентная ситуация (ПС), прецедентное высказывание (ПВ) и прецедентное имя (ПИ) (см. [Моисеенко, 2021, с. 119]).

Предлагаемое исследование нацелено на решение следующих задач: 1) выявить соотношение агрессивного дискурса и прецедентных феноменов в китайскоязычной интернет-коммуникации; 2) систематизировать и классифицировать способы проявления прецедентности в указанном дискурсе.

Материалы и методы

Sina Weibo (микроблог) – китайская социальная сеть, число пользователей которой исчисляется сотнями миллионов. В Китае количество порталов микроблогов огромно, но «Sina Weibo является самым крупным и популярным сервисом микроблогов» [Надежкина, 2020, с. 172]. На данной платформе пользователи могут размещать короткие сообщения, картинки, выкладывать видео и аудио, комментировать посты своих друзей и других сетевых резидентов, а также обсуждать самые разнообразные актуальные проблемы социально-политического характера. «Открытость Weibo позволяет людям общаться со многими знакомыми и незнакомыми людьми, что делает его очень популярным инструментом для самовыражения и обмена информацией друг с другом... Weibo служит хорошим источником данных, достаточно богатый для проведения различных видов исследований» [Tian et al., 2016, с. 230].

Материалами исследования послужили комментарии поездки американского политика Н. Пелоси на Тайвань в китайском микроблоге Sina Weibo [环球网; 环球资讯; 央视新闻]. При отборе прецедентных феноменов для анализа были учтены предлагаемые В.В. Красных критерии: «1) хорошо известные всем представителям национально-лингво-культурного сообщества; 2) актуальные в когнитивном (познавательном и эмоциональном) плане; 3) обращение (апелляция) к которым постоянно возобновляется в речи представителей того или иного национально-лингво-культурного сообщества» [Красных, 2002, с. 58].

Для проведения исследования прецедентных единиц применялись следующие методы: компонентный анализ лексикографических источников с целью формирования корпуса фактического материала; метод контент-анализа комментариев к указанным постам с целью обработки всего отобранного ранее материала и содержательной интерпретации соотношения агрессивного интернет-дискурса и прецедентных феноменов.

Анализ и результаты

В.В. Красных констатирует, что «дифференциальные признаки ПИ могут включать характеристику предмета: (1) по внешности, или (2) по чертам характера, или (3) актуализироваться через прецедентную ситуацию» [Красных, 2002, с. 81]. Вышеупомянутые признаки обнаружились в

проанализированном материале агрессивной интернет-коммуникации. Обратимся к примерам:

1. 这一身粉让我想起了哈利波特里面那个老巫婆乌姆里奇 – «Этот розовый наряд напоминает мне старую ведьму Амбридж из “Гарри Поттера”»

2. 最后佩嬷嬷还是鬼鬼祟祟地来到了台湾, 走完了她人生的最后一程 – «В конце концов кормилица Пелоси все же пробралась на Тайвань и завершила последнее путешествие в своей жизни...»

3. 日本前首相安倍晋三将于今晚与佩洛西会晤 – «Сегодня вечером Пелоси встретится с бывшим премьер-министром Японии Синдзо Абэ»

Умбри奇 (Долорес Амбридж) – отрицательный персонаж серии книг о «Гарри Поттере», отличительные черты которого – злость, жестокость, излишняя строгость и эгоцентричность. В этом смысле Амбридж представляла собой худший пример администратора и политика. Одним из ее главных маркеров являлось то, что она постоянно фигурировала в этих литературных произведениях в розовом наряде. Во время своей поездки на Тайвань Пелоси также была одета в розовый костюм, это ассоциируется китайскими пользователями интернета с внешностью и чертами характера Амбридж.

容嬷嬷 (кормилица Жун) также является одним из самых неприятных персонажей в китайском сериале 还珠格格 (Моя прекрасная принцесса). Она изображена как злая и презренная женщина, подручная императрицы. Сравнивая Пелоси с кормилицей Жун, пользователь сети имеет ввиду, прежде всего, сходство черт характера, считая Пелоси прислужницей правительства США.

Третий пример интересен в том смысле, что он иллюстрирует ситуацию продолжающегося формирования прецедентного имени в китайской культуре. Как известно, 8 июля 2022 года на бывшего премьер-министра Японии Синдзо Абэ было совершено покушение во время его выступления в городе Нара. Он являлся известным японским политическим деятелем, и за время его пребывания на посту премьер-министра Японии произошли многие важные события. Однако в данном комментарии автор связывает имя Синдзо Абэ с прецедентной ситуацией (покушением) и высказывает тем самым намек на возможные последствия поездки Пелоси для нее самой.

По мнению Д. Б. Гудкова, «все названные ПФ часто актуализируются в речи, но при этом ПВ и ПИ выступают как вербальные феномены, а ПТ и ПС – как поддающиеся вербализации (пересказ, рассказ). Обращение к ПТ и ПС происходит, как правило, через их символы, в роли которых обычно выступают ПВ и ПИ, “...” Чтобы актуализировать в сознании собеседника инвариант восприятия данной ПС, говорящий употребляет ПВ или ПИ» [Гудков, 2003, с. 109].

Источники ПТ в исследованных агрессивных интернет-комментариях многочисленны и разнообразны: песни, телесериалы, фильмы, идиомы, крылатые слова, фразы политиков и др. Например:

4. 若是那豺狼来了，迎接它的有猎枪 – «Если придет шакал, то его встретят ружьем»

5. 二营长，开炮！ – «Командир второго батальона, огонь!»

6. 让子弹飞一会 – «Пусть пуля летит»

7. 螳臂当车 – «Богомол лапками задерживает колесницу (безнадежная попытка)»

8. 王子兴师，修我戈矛。与子同仇！ – «Царь собирается в путь и свои поднимает войска – Приготовил я дротик и длинную пику и в бой! Вместе выйдем на битву, ведь враг у нас общий с тобой»

9. 中国人民不惹事也不怕事 – «Китайский народ – не подстрекатель и не робкого десятка»

Вышеперечисленные примеры заимствованы из песни 《我的祖国》 (Моя Родина) (пример 4), китайского исторического и военного телесериала 《亮剑》 (Сияющий меч) (пример 5), фильма 《让子弹飞》 (Пусть пуля летит) (пример 6), идиом (пример 7), из канонического сборника конфуцианских текстов 《诗经》 (Шицзин), который содержит в классическом виде 305 народных песен и стихотворений различных жанров (пример 8), а также из речи Си Цзиньпина (пример 9). С одной стороны, в этих комментариях отражаются эмоциональная оценка и негативное отношение к поездке Пелоси на Тайвань; с другой, они хорошо знакомы любому члену сообщества, их полное цитирование предпринимается с целью передачи иронии и сарказма, а также вызывает у других пользователей сети эмоциональный резонанс, что усиливает степень агрессивности комментариев.

Д. Б. Гудков отмечает, что «к числу ПВ принадлежат и цитаты. Под цитатой в данном случае мы понимаем следующее: 1) собственно цитата в традиционном понимании (как фрагмент текста); 2) название произведения; 3) полное воспроизведение текста, представленного одним или несколькими высказываниями» [Гудков, 2003, с. 107]. В нашем исследовании наблюдается то обстоятельство, что воплощение ПВ часто сопровождается трансформационным цитированием.

Рассмотрим примеры.

10. 忽如一夜东风来！千树万树梨花开！ – «Вдруг словно в ночь одну восточный ветерок (Дунфэн) подул. И тысячи деревьев цветами груши он накрыл.»

11. 时代变了, 豺狼来了有 东风 – «Времена изменились. Если придет шакал, то его встретят (ракетой) Дунфэн»

12. 东风 到了, 西疯还会远吗? – «Пришла (ракета) Дунфэн, зато сумасшедшая Пелоси в пути?»

В вышеприведенных примерах семантическое значение слова 东风 (Дунфэн) изменяется. «В метарепрезентацию пословицы включены не только высокоупотребляемые интерпретации, но и вся дискурсивная традиция, которая была образована в процессе применения пословицы» [Musolff, 2020, с. 143]. Трактовка ПФ также динамично развивается. В примере 10 слово Дунфэн (буквальный перевод «Восточный Ветер») заменяет использовавшееся изначально в стихотворении выражение 春风 (весенний ветерок). Кроме того, 东风 (Дунфэн) – название серии китайских баллистических ракет. Пример 10 процитирован из танской поэмы «Песня о снеге, подаренная У паньгуаню, возвращающемуся в столицу», написанной поэтом Цэнем Шэнем, в которой Дунфэн упоминается как ветер, однако остроумный комментатор меняет смысл этих строк, благодаря новому значению этого слова.

Пример 11 – фрагмент текста песни «Моя Родина» в измененном виде, Дунфэн используется для замены слова 猎枪 (ружье) в первоначальном тексте. Автор комментария использует данное высказывание в качестве предостережения Пелоси, а также хочет выразить, что правительство Китая не будет сидеть сложа руки перед лицом американских постоянных провокаций.

Более серьезное переосмысление, чем в примере 10, используется в примере 12, текст которого заимствован из «Оды западному ветру» Перси Биши Шелли: «If Winter comes, can Spring be far behind?» – «Пришла Зима, зато Весна в пути!». Дунфэн использован как замена слова Winter (зима) в стихотворении Шелли, что позволяет пользователю сети выразить иронию и проявить агрессивность по отношению к Пелоси. С помощью слова 东风 имплицитно заявляется: кто осмелится позволить себе провокационные действия в тайваньском вопросе и препятствовать мирному развитию Китая, тот непременно свернет себе шею перед лицом его полуторамиллиардного населения!

К особнным вербализуемым феноменам относится прецедентное высказывание, актуализация которого возможна не только при помощи вербальных составляющих самого прецедентного феномена: «Актуализация прецедентной ситуации может осуществляться путем использования какой-либо цитаты-прецедентного высказывания, с данной ситуацией тесно связанного и ее эксплицирующего, “...” любая прецедентная ситуация может быть актуализирована с помощью единиц, не входящих в число

прецедентных, “описательно” или путем “именования”» [Красных, 2002, с. 66]. Приведем примеры:

13. 不要国家出手, 来一个山上彻也!!!! – «Не ждать того, что государство предпримет (военные) действия, нужно только найти второго Тэцуя Ямагами!!!!»

14. 肯尼迪: 安培啊, 今晚去接一下佩洛西 安培: 嗨— – «Кеннеди: Абэ, встречай Пелоси сегодня вечером. Абэ: はい (Хорошо)»

15. 大吉大利, 今晚吃鸡 – «Выигрши есть, можно поест»

В примерах 13-14 посредством прецедентных имен «Тэцуя Ямагами» (японский убийца, совершивший нападение на бывшего премьер-министра Японии Синдзо Абэ), «Кеннеди», «Абэ» актуализирована ПС, связанная с покушениями на Джона Ф. Кеннеди и Синдзо Абэ. Источник примера 15 – PlayerUnknown’s Battlegrounds (компьютерная игра в жанре королевской битвы). «Как только интертекстуальная ссылка успешно установлена и идентифицирован ее источник (кон-)текста, получатель отсылается к другому коммуникативному событию или тексту» [Thielemann, 2020, с. 123]. Использованное в комментарии высказывание всплывает там после каждой победы в матче, фраза употребляется для выражения радости от победы, пожелания удачи, поддержки друзей и надежды на громкий успех. В данной ситуации она ассоциируется с жанром игры (шутером) и с действиями стрелка в игре: автор комментария желает, чтобы подбили самолет с Пелоси.

По нашему наблюдению прецедентность в агрессивной интернет-коммуникации осуществляется в основном двумя способами: полным и трансформированным цитированием. «Цитата» нередко понимается как «дословная выдержка из какого-либо текста или в точности приводимые чьи-либо слова» [Розенталь и др., 1985, с. 385]. В предлагаемом исследовании полное цитирование трактуется как фрагмент текста в неизменном виде. Например:

16. 打得一拳开, 免得百拳来 – «Ударом одного кулака воспрепятствовали сотням ударов противника»

17. 勿谓言之不预也 – «И не говорите потом, что вас не предупреждали»

Пример 16 основан на полном цитировании фрагмента выступления Мао Цзэдуна перед отправкой отрядов китайских народных добровольцев для участия в Войне за сопротивление американской агрессии и оказания помощи корейскому народу. Пример 17 – китайская идиома, которая заимствована из докладной записки императору династии Цин (XVIII в.), а после образования КНР она была не раз процитирована представителем МИД КНР и использовалась в передовой статье «Жэньминь жибао». По словам известного китайского лингвиста Ван Чжэна (王臻), «ПФ характеризуется эмоциональностью, когнитивностью, воспроизводимостью, сверхличностью.

Именно поэтому при выполнении номинативной функции они способны не только отсылать к объектам мира, обозначать понятия, но и добавлять эмоционально-экспрессивную окраску и фоновые знания имплицитно или эксплицитно» [王臻, 2010, с. 96]. Использование данных цитат оправданно, т. к. они тесно связаны с ситуацией борьбы китайского народа с его противниками. В данном контексте эти цитаты служат угрозой или предостережением Пелоси, они способны не только вызывать у читателей ассоциации с соответствующими ситуациями и событиями, но и усиливать степень агрессивности и экспрессивности речи.

Л.В. Полубиченко справедливо отмечает в этой связи, что «популярные цитаты, как правило, не воспроизводятся дословно, а цитируются применительно к условиям нового контекста: что остается при цитировании от оригинального речения, определяется тем, какая именно из сторон его триединой сущности – содержание, форма или функция – выдвигается на первый план, подчиняя себе остальные» [Полубиченко, 2018, с. 37]. В агрессивной интернет-коммуникации ПФ часто воплощен в измененном виде, формы модификации при этом избираются в зависимости от ситуации: добавление, замена, опущение и смешение элементов двух и более ПФ. Рассмотрим эти виды модификаций подробнее.

Добавление к прецедентной единице нового элемента (или компонента):

18. 既来之, 则安息之 – «Раз уж приехала, то пусть земля ей будет пухом» (ср.: 既来之, 则安之 – «Раз уж приехал, то устраивайся»).

В оригинальном фразеологизме лексема 安 обозначает «устраиваться», в комментарии же было добавлено слово 息 «отдыхать», в результате комментатором было использовано словосочетание 安息 (буквально: спокойно отдыхать), которое обычно можно услышать на похоронах. Добавляя слово, пользователь сети повышает привлекательность комментария для читателей и выражает свое негативное мнение (если Пелоси прилетит, то ее ждут неприятности).

Замена лексических компонентов. В качестве примера можно привести комментарий:

19. 拭目以待 – «Протирать надгробие и ожидать» (ср.: 拭目以待 – «Протереть глаза и ожидать»);

20. 万事俱备, 只欠西风 – «Все подготовлено, не хватает лишь сумасшедшей Пелоси» (ср.: 万事俱备, 只欠东风 – «Все подготовлено, не хватает лишь восточного ветра»).

Замена и игра слов в приведенных примерах осуществляются на фонетической основе: «墓 (надгробие)» по звучанию схоже со словом «目

(глаза)», « 疯 (сумасшедший)» с « 风 (ветер)». Помимо семантики, комментаторы используют модификации основной структуры фраз – замену главных членов предложения другими элементами, например:

21. 既来之, 则焚之 – «раз уж приехала, то (ее) кремируй»;

22. 安倍晋三在召唤 – «Синдзо Абэ зовет», ср.: 时代在召唤 (название китайской радиогимнастики) – «Время зовет».

В этих примерах сказуемое 安 (устраиваться) заменяется 焚 (кремировать), подлежащее 时代 (время) именем собственным Синдзо Абэ.

Опущение ПФ: остается только та часть высказывания, в которой содержатся самые важные смыслы. Поверхностная форма становится четкой и сжатой, но глубинное значение не изменяется. Рассмотрим примеры:

23. 豺狼来了有猎枪 – «Если придет шакал, то его встретят ружьем» (ср.: 朋友来了有好酒, 豺狼来了有猎枪 – «Если придет друг, то его встретят прекрасным вином. Если придет шакал, то его встретят ружьем»);

24. 打得他魂飞胆也颤! – «Ударить захватчиков до такой степени страшно, чтобы их душа улетела и желчный пузырь разорвался!» (ср.: 侵略者他敢来, 打得他魂飞胆也颤 – «Если захватчики посмели вторгнуться на нашу землю, то мы их ударим до такой степени страшно, чтобы их душа улетела и желчный пузырь разорвался»);

25. 祸害遗千年 – «Недобрый человек процветает» (ср.: 好人不长寿, 祸害遗千年 – «Добрый человек долго не живет, недобрый человек процветает»).

Цель адресанта в агрессивном дискурсе – причинить психологический ущерб и оскорбить адресата, поэтому при использовании опущения ПФ в агрессивной интернет-коммуникации обычно остается высказывание с желательными последствиями; в данной ситуации они служат угрозами.

Смещение двух и более ПФ – при полном или частичном слиянии двух или несколько ПФ создается новое высказывание для проявления или усиления степени агрессивности. Обратимся к примерам:

26. 有朋自远方来, 虽远必诛 – «(лицемерный) друг, прибывший издалека – будет устранен независимо от расстояния» (ср.: 有朋自远方来, 不亦乐乎 – «Разве не радостно встретить друга, прибывшего издалека», 明犯强汉者, 虽远必诛 – «Тот, кто оскорбил могущественную империю Хань, будет устранен независимо от расстояния»);

27. 人不犯我，我不犯人，人若犯我，虽远必诛 – «Пусть нас не трогают, и мы не тронем, а если тронут – будет устранен независимо от расстояния» (ср.: 人不犯我，我不犯人，人若犯我，我必犯人 – «Пусть нас не трогают, и мы не тронем, а если тронут – мы не останемся в долгу»), 明犯强汉者，虽远必诛 – «Тот, кто оскорбил могущественную империю Хань, будет устранен независимо от расстояния».

В приведенных примерах сливаются два ПФ, высказывание 虽远必诛 (кто будет устранен независимо от расстояния) заменяет высказывания 不亦乐乎 (разве не радостно) и 明犯强汉者 (тот, кто оскорбил могущественную империю Хань).

Заключение

Интернет-пространство как особая среда коммуникации и распространения информации существует на основе реального мира, но оно является комплексом реальности и виртуальности. «Киберпространство предлагает свободу общения и выражения мнений. Однако современные социальные сети регулярно используются для распространения агрессивных сообщений, комментариев и ненавистнических высказываний». [Castaño-Pulgarín et al., 2021, с. 1]. Многие проблемы, в том числе и речевая агрессия, встречаются не только в реальном пространстве, но и в интернете. Проведенное исследование позволяет заключить, что агрессивный интернет-дискурс активно вовлекает ПФ в свое поле, в результате чего в интернет-коммуникации встречаются все виды прецедентных феноменов: имена, тексты, высказывания и ситуации.

В результате проведенного исследования было выявлено, что использование ПФ в данном пространстве в основном связано с их номинативной и экспрессивной функциями. С одной стороны, ПФ как средство усиления аттрактивности активизирует фоновые знания, сохраненные в памяти человека; с другой стороны, прецедентность играет важную роль в построении экспрессивного интернет-пространства за счет полного и трансформированного цитирования ПФ, а их трансформация приводится такими способами, как добавление, замена, опущение и смешение элементов двух и более ПФ. Дальнейшее изучение роли прецедентности в агрессивной интернет-коммуникации позволит более объемно представить ее как составляющую формирования интернет-дискурса не только в китайском, но и в иных национальных интернет-пространствах.

Библиографический список

- Гудков Д. Б. Теория и практика межкультурной коммуникации. М.: ИТДГК «Гнозис», 2003. 286 с.
Караулов Ю. Н. Русский язык и языковая личность. М.: НАУКА, 1987. 261 с.

- Карташова Е. П. Прецедентные феномены как стилистический прием создания экспрессии в интернет-коммуникации / Е. П. Карташова, А. А. Иерусалимская // Филология и культура. 2015. № 2(40). с. 53-58.
- Красных В. В. Этнопсихоллингвистика и лингвокультурология. М.: ИТДГК «Гнозис», 2002. 282 с.
- Моисеенко Л. В. Прецедентность в лингвокогнитивном ракурсе (на примере медиатекста). Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2021. 319 с.
- Надежкина Е. с. Изучение китайских социальных медиа-площадок и микроблогов в контексте публичной дипломатии // Коммуникология. 2020. Т. 8. № 1. с. 167-179.
- Полубиченко Л. В. Топология цитатной речи: от сферы функционирования к сфере фиксации // Вестник Московского университета. Серия 19: Лингвистика и межкультурная коммуникация. 2018. № 4. с. 37-47.
- Розенталь Д. Э. Словарь-справочник лингвистических терминов / Д. Э. Розенталь, М. А. Теленкова. М.: Просвещение, 1985. 399 с.
- Щербинина Ю. В. Речевая агрессия. Территория вражды. М.: Форум, 2013. 397 с.
- Castaño-Pulgarín S. A., Suárez-Betancur N., Vega L. M. T., et al. Internet, social media and online hate speech. Systematic review. Aggression and Violent Behavior, VOL. 58, 2021 [Electronic resource]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359178921000628> (дата обращения: 26.11.2022)
- Musolff A. How (not?) to quote a proverb: The role of figurative quotations and allusions in political discourse. Journal of Pragmatics, VOL. 155, 2020, Pp. 135-144.
- Thielemann N. Allusive talk – Playing on indirect intertextual references in Russian conversation. Journal of Pragmatics, VOL. 155, 2020, Pp. 123-134.
- Tian X., Yu G., He F. An analysis of sleep complaints on Sina Weibo. Computers in Human Behavior, VOL. 62, 2016, Pp. 230-235.
- Zhong L. R., Kebbelle M. R., Webster J. L. An exploratory study of Technology-Facilitated Sexual Violence in online romantic interactions: Can the Internet's toxic disinhibition exacerbate sexual aggression? , Computers in Human Behavior, VOL. 108, 2020 [Electronic resource]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563220300686> (дата обращения: 26.11.2022)
- 王臻 (Ван Чжэнь). 语言先例现象探索. 哈尔滨: 黑龙江大学出版社, 2010. 297 с.
- 环球网: #台媒称警方证实佩洛西班牙机 22 时降落# (Глоубныйсвайр: #Тайваньские СМИ сообщают, что полиция подтвердила, что рейс Нэнси Пелоси приземлился в 22:00 #) Доступно по адресу: <https://weibo.com/1686546714/LFahOkVJK#repost> (дата обращения: 01.09.2022)
- 环球资讯: #佩洛西评价自己脸皮厚# (Глоубныйс: #Нэнси Пелоси комментирует свою наглость#) Доступно по адресу: https://weibo.com/1656831930/LFRw0kDo?refer_flag=1001030103_&ssl_rnd=1662374172.544&type=comment#_rnd1662374196838 (дата обращения: 01.09.2022)
- 央视新闻: #若佩洛西敢去台湾那我们拭目以待# (Новости CCTV: #Если Нэнси Пелоси осмелится поехать на Тайвань, то посмотрим, что будет дальше#) Доступно по адресу: https://weibo.com/2656274875/LF02MzSIC?filter=hot&root_comment_id=0&ssl_rnd=1661948122.7884&type=comment (дата обращения: 01.09.2022)

References

- Castaño-Pulgarín S. A., Suárez-Betancur N., Vega L. M. T., et al. (2021). Internet, social media and online hate speech. Systematic review. Aggression and Violent Behavior, VOL. 58 [Electronic resource]. – URL:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359178921000628> (accessed 26 November 2022)

央视新闻: #若佩洛西敢去台湾那我们拭目以待# (CCTV News: #If Nancy Pelosi dares to go to Taiwan, we'll see what happens#) Available at: https://weibo.com/2656274875/LF02MzSIC?filter=hot&root_comment_id=0&ssl_rnd=1661948122.7884&type=comment (accessed 1 September 2022)

环球资讯: #佩洛西评价自己脸皮厚# (Global News: #Nancy Pelosi comments on her cheekiness#) Available at: https://weibo.com/1656831930/LFsRw0kDo?refer_flag=1001030103_&ssl_rnd=1662374172.544&type=comment#_rnd1662374196838 (accessed 1 September 2022)

环球网: #台媒称警方证实佩洛西班牙机 22 时降落# (GlobeNewswire: #Taiwan media says police confirm Nancy Pelosi's Flight Lands In Taiwan at 22:00#) Available at: <https://weibo.com/1686546714/LFahOkVJK#repost> (accessed 1 September 2022)

Gudkov D. B. (2003). Theory and practice of intercultural communication. Moscow, ITDGK «Gnozis», 286 p. (In Russian)

Karaulov YU. N. (1987). Russian language and language personality. Moscow, NAUKA, 261 p. (In Russian)

Kartashova E. P., Ierusalimskaya A. A. (2015). Precedent phenomena as a stylistic tool for creating expression in the Internet communication. Philology and culture. no. 2, pp. 53-58. (In Russian)

Krasnyh V.V. (2002). Ethnopsycholinguistics and linguoculturology. Moscow, ITDGK «Gnozis», 282 p. (In Russian)

Moiseenko L. V. (2021). Precedence in a linguocognitive perspective (on the example of a media text). Voronezh, Izdatel'sko-poligraficheskij centr «Nauchnaya kniga», 319 p. (In Russian)

Musolff A. (2020). How (not?) to quote a proverb: The role of figurative quotations and allusions in political discourse. Journal of Pragmatics, VOL. 155, 2020, Pp. 135-144.

Nadezhkina, E. S. (2020). Chinese Social Media Platforms and Microblogging in the Context of Public Diplomacy. Communicology. no. 1, pp. 167-179. (In Russian)

Polubichenko, L. V. (2018). The topology of quotation: from the sphere of functioning to the sphere of fixation. Vestnik of Moscow State Linguistic University. Seriya 19: Lingvistika i mezhkul'turnaya kommunikaciya. no. 4, pp. 37-47. (In Russian)

Rozental' D.E., (1985). Telenkova M.A. Dictionary-reference book of linguistic terms. Moscow, Prosveshchenie, 399 p. (In Russian)

SHCHerbinina YU. V. (2013). Verbal aggression. Territory of enmity. Moscow, Forum, 397 p. (In Russian)

Thielemann N. (2020). Allusive talk – Playing on indirect intertextual references in Russian conversation. Journal of Pragmatics, VOL. 155, 2020, Pp. 123-134.

Tian X., Yu G., He F. (2016). An analysis of sleep complaints on Sina Weibo. Computers in Human Behavior, VOL. 62, 2016, Pp. 230-235.

Wang Zhen. (2010). An exploration of linguistic precedents. Harbin, Heilongjiang University Press, 297 p. (In Chinese)

Zhong L. R., Kebbell M. R., Webster J. L. (2020). An exploratory study of Technology-Facilitated Sexual Violence in online romantic interactions: Can the Internet's toxic disinhibition exacerbate sexual aggression?. Computers in Human Behavior, VOL. 108, 2020 [Electronic resource]. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563220300686> (accessed 26 November 2022)

ЦИФРОВАЯ РЕПУТАЦИЯ НАУЧНОГО СООБЩЕСТВА: САЙТ ФРАНЦУЗСКОЙ АКАДЕМИИ

*Лариса Георгиевна Викулова,
orcid.org/0000-0003-1176-1668,
доктор филологических наук, профессор
Московский городской педагогический университет,
Малый Казенный пер., 5Б
Москва, 105064, Россия
VikulovaLG@mgpu.ru*

*Ольга Игоревна Короленко,
orcid.org/0000-0001-7388-8133,
кандидат филологических наук
Московский городской педагогический университет,
Малый Казенный пер., 5Б
Москва, 105064, Россия
olgakfr@mail.ru*

*Ирина Владимировна Макарова,
orcid.org/0000-0002-4695-0373,
старший научный сотрудник
Московский городской педагогический университет,
Малый Казенный пер., 5Б
Москва, 105064, Россия
pogosovai@mail.ru*

Аннотация. В статье рассматривается проблема цифровой репутации научного сообщества на примере сайта Французской академии, посредством которого происходит формирование репутации авторитетного учреждения. Отмечается, что доверие и репутация Академии создаются за счет научных достижений, в частности, начиная с XVII века, Французская академия получила привилегию и исключительное право публиковать без цензуры произведения своих членов на основании собственных решений. Доказывается, что следствием такой новации стала внутриинституциональная цензура. Главным регулятором выступают понятия самоцензуры и чести ученого, в том числе, научная репутация. Отмечается, что репутация члена Французской Академии, представленного на её сайте, – не только известность, научное признание академика среди коллег, но и гарант достоверности его собственных высказываний или высказываний тех, кто высоко его оценивает в обществе. Подчеркивается, что важным компонентом идентичности научного сообщества, в том числе в диахронической проекции, является его имиджевый портрет, формируемый на сайте Французской академии, где отражается деятельность и ценностные ориентиры статусного научного учреждения.

Ключевые слова: цифровая репутация, научное сообщество, Французская академия, сайт, идентичность, имидж.

DIGITAL REPUTATION OF THE SCIENTIFIC COMMUNITY: WEBSITE OF THE FRENCH ACADEMY

*Larisa G. Vikulova,
orcid.org/0000-0003-1176-1668,
Doctor of Philology, full professor
Moscow City University,
Maliy Kazenniy per., 56
Moscow, 105064, Russia
VikulovaLG@mgpu.ru*

*Olga I. Korolenko,
orcid.org/0000-0001-7388-8133,
PhD (Philology)
Moscow City University,
Maliy Kazenniy per., 56
Moscow, 105064, Russia
olgakfr@mail.ru*

*Irina V. Makarova,
orcid.org/0000-0002-4695-0373,
senior researcher
Moscow City University,
Maliy Kazenniy per., 56
Moscow, 105064, Russia
pogosovai@mail.ru*

Abstract. The article deals with the problem of the digital reputation of the scientific community on the example of the website of the French Academy, through which the reputation of an authoritative institution is formed. It is noted that the trust and reputation of the Academy are created at the expense of scientific achievements, which since the XVII century, in particular, the French Academy has received the privilege and exclusive right to publish the works of its members on the basis of its own decisions, without censorship. It is proved that the consequence of such an innovation was intra-institutional censorship and the development of the concept of "scientific reputation", when the main regulator are the concepts of self-censorship and the honor of a scientist. It is noted that the reputation of a member of the French Academy, represented on its website, is not only the fame, scientific recognition of the academician among colleagues, but also a guarantee of the reliability of his own statements or the statements of those who highly value him in society. It is emphasized that an important component of the identity of the scientific community, including in the diachronic projection, is its image portrait, formed on the website of the French Academy, which reflects the activities and value orientations of the status scientific institution.

Keywords: digital reputation, scientific community, French academy, website, identity, image.

Introduction

В связи со стремительным вхождением информационно-телекоммуникационных технологий в различные сферы жизни современного общества актуальными стали вопросы создания и управления цифровой репутацией, а также формирования цифрового наследия индивида или определенного института, в том числе в академической среде. Современные

научные учреждения активно инкорпорируют в свою деятельность информационные технологии для формирования собственной *цифровой репутации* в медиaprостранстве [Викулова и др., 2013; Лексемы *identité* ..., 2020; *Identity* ..., 2016; *Information Resources* ..., 2020].

Значимым для цифровой репутации является использование веб-сайтов, поскольку они позволяют эффективно решать такие задачи, как привлечение внимания к академическому бренду, продвижение имиджевой информации, формирование общественного мнения пользователей о деятельности академического учреждения [Chernyavskaya et al., 2019].

Репутация – это приобретенная и поддерживаемая долговременно общественная оценка институции [Чернявская, 2019, с. 941]. Следовательно, цифровая репутация – репутация, которая формируется данным институтом через сайт.

Анализ репутации академии связан с ее социальной практикой. Следует отметить, что история научного учреждения является маркером «коллективного образа». Историческая ретроспектива может выступать как символическая репрезентация учреждения. Согласимся с мнением В.Е. Чернявской о том, что «события из прошлого становятся эталоном для положительной оценки и легитимации деятельности (в данном случае академии) в настоящем» [Там же].

Materials and methods

Цель данной статьи – рассмотреть текстовое и полимодальное пространство сайта Французской академии (<https://www.academie-francaise.fr>) как важного ресурса конструирования идентичности и продвижения *элитного научного учреждения как объекта общественной оценки* (в терминологии В.Е. Чернявской) [Чернявская, 2011; Чернявская, 2012]. Оценке определенных личностей, событий посвящены многие публикации отечественных лингвистов, в частности [Retrospective semiometrics ..., 2020]. Посредством сайта происходит *формирование репутации* такого авторитетного учреждения, как Академия, где представлено собственное цифровое наследие данного института. Закономерна семиотическая отсылка на посадочной странице сайта к портрету кардинала Ришелье, попечителя Академии. Следует отметить, что в работе использовался *описательный метод*, который включает в себя обобщение, наблюдение, интерпретацию.

Объектом исследования является интернет-дискурс институционального уровня коммуникации, представленный сайтом Французской академии. *Материалом* для анализа послужил структурированный контент сайта на французском языке, а именно: тексты миссии, устава и другие тексты, отражающие стратегичность и целеполагание учреждения, направленные на его маркетинговизацию, самопрезентацию и ценностные ориентиры.

Подчеркнем, что историческая проекция создается как поликодовая структура с опорой на разные жанры (типы) текстов и разные вербально-визуальные форматы [Чернявская, 2019, с. 948]. В соответствующих разделах

сайта, о которых речь пойдет далее, представлены история учреждения, биографии членов Французской академии, исторические регулятивные документы, которые регулируют деятельность данного учреждения, а также на сайте можно ознакомиться с торжественными речами, произнесенными на официальных заседаниях.

В проблематике настоящего исследования сайт выступает как коммуникативная единица, которая обладает системой релевантных вербальных и невербальных средств оптимизации информации и служит целям эффективного воздействия на целевую аудиторию: привлечь внимание потребителя, сформировать определённое эмоциональное отношение к заложенной в тексте информации, побудить к определённому действию [Ухова, 2012, с. 72].

Results and Discussion

В Европе, в частности во Франции, XVII век отмечен определенными процессами. Одним из таких процессов стала легитимация научного знания. Считается, что Французская академия положила начало данному явлению. Научное учреждение объединило в своем составе ученых, политиков и государственных деятелей, священнослужителей, адвокатов. Академики поддержали идею показать важность французского языка как национального в укреплении государства [Дискурс ..., 2018].

Одним из важных шагов формирования цифровой репутации является систематическая актуализация данных на сайте. Сайт определяется нами как комплекс продвигающих текстов, являющихся важным ресурсом для конструирования академического бренда и позиционирования Академии в социокультурном и академическом пространстве. Будучи площадкой для продвижения и формирования цифровой репутации учреждения, сайт Академии представляется как форма профессионального общения в академическом сообществе, а его лингвистический ресурс выступает значимым фактором, отражающим механизмы становления учреждения, развитие научного филологического знания во Франции. В рамках коммуникативного пространства сайта между адресантом и его целевой аудиторией выстраивается медийный диалог, направленный на формирование аттрактивного имиджевого портрета Академии.

Учеными отмечается, что *имиджевый портрет* в лингвистике представляет образ, зависящий от различных источников информации, например, от отбора фактов для освещения событий, которые, например, представляются на главной странице сайта, а также способов передачи информации [Белоусов и др., 2008]. Отмечается, что «сайт должен привлекать внимание, создавать положительный в глазах реципиента образ объекта, побуждать его к продолжению взаимодействия в различных форматах» [Учет фактора ..., 2017, с. 71].

Отметим, что цифровая репутация – это имидж, формируемый благодаря информации, представленной в интернете. Компании тратят огромный ресурс времени и финансов, чтобы создавать репутацию и доверие

потребителей. Маркетинговые службы с помощью различных программ измеряют и контролируют интерес к себе, создавая разнообразные проекты развития [Маркетинговая лингвистика ..., 2019]. Французская Академия создавала репутацию годами, начиная с того времени, когда о существовании интернета еще не было речи. Отметим, что доверие и репутация Академии формируются за счет научных достижений, начиная с XVII в., когда Французская Академия получила привилегию и исключительное право публиковать произведения своих членов на основании собственных решений, *без цензуры*.

Рубрики сайта направлены на самопрезентацию и ценностные ориентиры научного учреждения. Стратегия продвижения академического учреждения предполагает *репутационное информирование* целевой аудитории и способствует повышению узнаваемости Академии в медийном пространстве.

Выделим следующие рубрики сайта:

- Accueil.
- L’institution.
- Les immortels.
- La langue française.
- Le Dictionnaire.
- Les prix et fondations.
- Actions pédagogiques.
- L’actualité.

[Официальный сайт ..., б.г.].

Рассмотрим ряд рубрик. Цифровой репутации академического учреждения способствуют такие рубрики, как:

- Accueil
- L’histoire
- Les missions
- L’organisation
- Les statuts
- Les décisions internes

[Официальный сайт ..., б.г.].

Accueil – главная страница сайта Французской академии, на которой представлена история Академии и ее миссия, а также объясняются принципы организации деятельности данного учреждения.

Подчеркнем, что институциональный концепт «миссия» включает в себя следующие характеристики: отражает роль и функции социального института, рекламирует образ учреждения, раскрывает ценности научной организации [Профессиональная картина..., 2020, с. 87]. Как текст стратегического целеполагания, Академия четко видит свою миссию, которая зафиксирована в статье XXIV Устава Французской академии. Задача академии состояла в унификации норм французского языка:

La principale fonction de l'Académie sera de travailler avec tout le soin et toute la diligence possibles à donner des règles certaines à notre langue et à la rendre pure, éloquente et capable de traiter les arts et les sciences [Официальный сайт ..., б.г.].

Подрубрика *L'organisation* рассказывает о структуре и организации деятельности учреждения. Академия состоит из 40 членов, включая пожизненного секретаря (*un Secrétaire perpétuel*), который представляет учреждение на официальных церемониях. На сайте отмечаются дни проведения заседаний. С 1816 по 1910 гг. члены академии собирались два раза в неделю – вторник и четверг, но с 1910 г. заседания проходили раз в неделю, в четверг.

Подраздел *Les statuts* дает информацию об основополагающем документе, который координирует деятельность научного учреждения – устав. Данный нормативный документ был утвержден 22 февраля 1635 г. инициатором создания Французской академии, кардиналом Ришелье.

Например, статья III Устава описывает руководящую структуру данного института. В академии выделяют три должности – директор, канцлер и пожизненный секретарь. В Уставе отмечается, что директора и канцлера выбирают раз в два месяца:

Il y aura trois officiers, un directeur, un chancelier et un secrétaire, dont les deux premiers seront élus de deux mois en deux mois, et l'autre ne changera point [Официальный сайт ..., б.г.].

Статья VI касается деятельности и функций канцлера. Канцлер является хранителем печати. В обязанности канцлера будет входить – ставить печать на все документы, которые будет печатать научное сообщество:

Le chancelier aura en sa garde les sceaux de l'Académie, pour en sceller tous les actes qui s'expédieront [Официальный сайт ..., б.г.].

Статья VII Устава определяет функции секретаря Французской академии. Пожизненный секретарь должен регистрировать все документы, которые касаются голосований, проходящих в академии. Данные документы запрещается предоставлять кому-нибудь без всеобщего согласия членов научного сообщества:

Le secrétaire sera élu par les suffrages des académiciens assemblés au nombre de vingt pour le moins. Il recueillera les résolutions de toutes les assemblées et en tiendra registre. Il signera tous les actes qui seront accordés par l'Académie, et gardera tous les titres et pièces concernant son institution, sa fonction et ses intérêts, dont il ne communiquera rien à personne sans la permission de la Compagnie [Официальный сайт ..., б.г.].

Следует отметить, что изучение исторических документов, к которым относится и Устав Французской академии, играет важную роль в формировании репутации данного учреждения. Задачи, обозначенные в Уставе, были жизненно необходимы для французского общества. Французский народ понимал, чтобы стать одним целым, язык должен стать фундаментом данного единства [Дискурс ..., 2018, с. 145].

Следующим шагом в формировании нового учреждения стала строгая система статуса академиков.

Рассмотрим раздел *Les immortels* (Бессмертные).

- Les membres.
- Devenir immortel.
- L’habit vert et l’épée.
- Les discours.
- Les publications.

[Официальный сайт ..., б.г.].

В данном разделе представлена актуальная информация о публикациях академиков и мероприятиях, которые происходят в ее стенах.

Подраздел *Les membres* знакомит с информацией о членах академии и их деятельности, направленной на нормирование и сохранение французского языка на современном этапе. На сайте пользователь знакомится с численным составом Академии, в том числе на данный момент. Отметим, что с 1634 г. по настоящее время в Академию избиралось 739 человек (женщин – 10, мужчин 729). В настоящее время в состав академии входят 35 академиков (29 мужчин и 6 женщин), 5 свободных кресел (кресло № 3, которое занимал французский юрист Жан-Дени Бредин; кресло № 6 – французский историк культуры и литературы Марк Фюмароли; кресло № 16 – французский политик Валери Жискар д’Эстен; кресло № 19 – французский журналист Жан-Лу Дабеди; кресло № 22 – французский писатель, драматург и поэт Рене де Обальдиа).

Академики получили отличительный знак – титул 'бессмертных'. Исследование показало, что данный статус заимствован из девиза, который предложил кардинал Ришелье для государственной печати данного института (*À l’immortalité*) [Викулова, 2015]. Титул подчеркивал высокоморальный и безукоризненный облик членов академии, а также их бессмертную миссию – нормировать французский язык.

На сайте Академии отмечено, какой должна быть печать: «на одной стороне печати изображен портрет кардинала Ришелье, а по кругу выгравирована надпись: «Арман, Кардинал, герцог де Ришелье, Попечитель Французской Академии, основанной в 1635 году» (*Armand, Cardinal, duc de Richelieu, Protecteur de l’Académie françoise établie l’an 1635*)». На оборотной стороне печати представлена корона из лавровых ветвей со словами «К бессмертию» (*À l’immortalité*)» [Официальный сайт ..., б.г.].

В подразделе *Devenir immortel* представлена информация о том, как новый кандидат становится членом Академии. Известно, что академики занимают свое кресло после избрания пожизненно. После смерти академика на его кресло (*fauteuil*) выбирают нового; вновь избранный член в день своего принятия должен произнести речь в честь своего покойного предшественника.

Обратим внимание, что с момента основания Академии в основе речевой культуры в академической среде лежат определенные каноны, которые должен соблюдать будущий академик.

1) При избрании кандидату в академики полагалось произносить вступительную речь.

2) Во вступительной речи будущий кандидат в академики должен восхвалять кардинала Ришелье как основателя Академии, его ум, душу, красноречие и силу слова и др.

3) Обращаясь к академикам, выступающий употребляет в речи вокатив *compagnie* (сообщество единомышленников) и вокатив *mes confrères* (собратья), подчеркивая равное статусное положение академиков.

4) Использование в речи стратегии самоуничижения было традиционным для речевой культуры XVII-XVIII вв.

Позже появляется еще один канон: новый кандидат в академики должен не только восхвалять кардинала Ришелье, но и академика, который ушел из жизни, чье место он будет занимать [Короленко, 2020, с. 29-30].

Подчеркнем, что обряд инициации в научное сообщество отражает формирование идентичности академика посредством «многовекового ритуала в виде таких отличительных действий, как вступительная речь кандидата в академики, имиджевый портрет, проведение заседаний по определенному регламенту, ограничение числа академиков 40 членами» [Викулова, 2015]. Членства в Академии удостаивались лица, которые внесли вклад в развитие и становление французского языка и литературы.

В подразделе *L'habit vert et l'épée* знакомит с официальной одеждой академиков. По постановлению Консулата, в 1801 г. была официально утверждена торжественная одежда для академиков: фрак, жилет или куртка, бриджи или черные брюки, украшенные вышивкой из лавровых листьев темно-зеленого цвета. Зеленый фрак символизировал: 1) место, занимаемое в иерархии государства, так как все академики носили тогда форму; 2) единство Института Франции [Официальный сайт ..., б.г.]. Отметим, что у женщин, избираемых с 1980 г. во Французскую академию, большая свобода в выборе костюма, так как указ 1801 г. не оговаривал женский наряд.

Официальный костюм дополняла одна деталь – шпага (*l'épée*), которая была важным знаком служения королю, а позже – трость, которую украшали мифологической символикой. Исследование показало, что шпагу носили многие академики, исключение составляли женщины и священнослужители. Интересным фактом является то, что некоторые академики, например, Жаклин де Ромийи (*Jacqueline de Romilly*) заменила шпагу на дамскую сумочку с вышивкой. Следует отметить, что женщины-академики, например, Барбара Кассен (*Barbara Cassin*), Шанталь Тома (*Chantal Thomas*) и другие добавляли к своему гардеробу шпагу, характерный элемент статусной одежды мужчины-академика.

Подраздел *Les discours* информирует посетителей сайта о торжественных речах, произнесенных академиками за текущий год по

разным случаям,—например, при вступлении в данное сообщество или при произнесении ответного слова на приветствие.

Интересными представляются речи, произнесенные на ежегодном торжественном заседании в декабре. На заседании обсуждаются итоги деятельности академии. Директор докладывает о литературных премиях, учрежденных Французской академией. Пожизненный секретарь учреждения выступает с торжественной речью по случаю памяти академика, ушедшего из жизни, по случаю какого-нибудь праздника [Официальный сайт ..., б.г.].

В подразделе *Les publications* можно ознакомиться с публикациями академиков на текущий год. Например, в 2022 г. Д. Бона (Mme Dominique Bona) опубликовала книгу под названием «Stefan Zweig», Б. Кассен (Mme Barbara Cassin) издала книгу «Objets migrants. Trésors sous influences, dir. avec Muriel Garsson» и др.

В подразделе *Les vidéos* представлены видеозаписи торжественных речей, произнесенных кандидатами в академики с 2013 года по настоящее время. На сайте представлены видео торжественных вступительных речей таких академиков, как *Жюль Хаффман* (30 мая 2013 г.), *Доминик Бона* (23 октября 2014 г.), *Андрей Макин* (15 декабря 2016 г.), *Маурицио Серра* (31 марта 2022 г.).

Репутация члена Французской Академии, представленного на ее сайте, — не только почетная известность, научное признание академика среди коллег, но и гарант достоверности его собственных высказываний или высказываний тех, кто высоко его оценивает в обществе. *Цифровая репутация* — это цифровой (имиджевый) портрет академика, который формируется на основе фото, изображений, статусов, высказываний, публикаций и любой другой публикуемой информации [Охалкина и др., 2021]. При этом Академии предоставлялось некоторое право осуществлять *нелингвистическую цензуру*. Следствием такой новации стала собственная *институциональная цензура*, когда главным регулятором авторитета академического сообщества выступает понятие *самоцензуры* и *чести ученого*.

Как отмечено выше, в Академии её члены остаются пожизненно. Однако академик может быть уволен за тяжкий проступок. Первое увольнение произошло в 1638 г., когда писатель Оже де Молеон де Гранье был исключен из Академии за кражу. После Второй мировой войны несколько академиков были исключены по приговору суда за коллаборационизм, среди них — маршал Филипп Петен.

Раздел *Le Dictionnaire* посвящен Словарю Французской Академии. Подчеркнем, что главной статьей Устава стала статья XXVI. Данная статья определила вектор становления Академии. Главная задача состояла в том, что необходимо было создать словарь, грамматику, риторику и поэтику. Поэтика и риторика так и не были созданы.

Данный словарь создавался с целью сделать его нормой для всех. Составители словаря стремились к нормализации лексической системы, обращались и к проблемам фонетики, морфологии, синтаксиса, стилистики.

Таким образом, словарь Французской академии создавался для того, чтобы придать языку правильность и упорядоченность, сделать тем самым язык современным и элегантным.

В лингвистических исследованиях подчеркивается важность академического словаря. В частности, Л.В. Щербой отмечается, что «Французская академия создала словарь, который очень быстро стал нормативным» [Щерба, 2008, с. 266]. Известный специалист в области общего и романского языкознания Р.А. Будагов [Будагов, 2002, с. 30] в свое время отмечал: «Французский национальный словарь, вышедший в свет на рубеже XVIII столетия, открывал собой новую эру в развитии французской культуры, новую эпоху, когда молодая буржуазия не только стала заниматься государственными делами и интересоваться экономическими проблемами, но и судить об «идеологических ценностях», пересматривая и осмысляя их с новой точки зрения».

Таким образом, Словарь Французской академии признали авторитетным изданием, получившим большую известность. Указывается, что словарь переиздавался много раз. Отметим, что в данный момент функционирует *Цифровой портал словаря Французской академии (Portail numérique du Dictionnaire de l'Académie française)*, в котором представлены все переиздания данного словаря в электронном виде и можно осуществлять поиск по слову. Данный контент очень важен для изучающих французский язык.

Подчеркнем, что важным компонентом идентичности научного сообщества, в том числе в диахронической проекции, является его имиджевый портрет, формируемый на сайте Французской академии, где отражается деятельность и ценностные ориентиры статусного научного учреждения.

Обратимся к конкретному примеру, когда на сайте ученый представлен как центральная фигура научной коммуникации в академической среде. Например, Элен Каррер д'Анкокс (урожденная Зурабишвили), с 1999 года постоянный секретарь Французской Академии, которую считают одной из десяти самых знаменитых женщин современной Франции. Следует отметить, что к внешним признакам научной власти женщины-академика относятся – *номерное кресло (№ 14), официальная форма одежды*, которые являются особыми знаками институциональности.

Цифровая репутация женщины-академика – это ее цифровой портрет, который формируется на сайте на основе фото, статусов, высказываний, публикаций и любой другой публикуемой информации, а также стратегий поведения в сети.

Считаем необходимым отметить *ритуальность* дискурса академика. Отмечается, что межличностные ритуалы основаны на исполнении определенных стереотипных моделей поведения, в частности, фатического общения.

Успешность ритуального взаимодействия зависит от трех факторов:

1) знания норм и правил поведения, характерных для данной ситуации общения;

2) умения подчинять свое поведение этим правилам;

3) умения помочь другому прийти к взаимному согласию, если поведение партнера в чем-то не соответствует сложившемуся стереотипу о «должном поведении»²⁶ [Взаимодействие языков ..., 2021].

Академик полностью владеет данными приемами. Элен Каррер д'Анкокс следует академическому ритуалу и произносит *благодарственное слово* за вручение шпаги академика как идентифицирующего знака по случаю ее принятия во Французскую академию [Викулова и др., 2020].

Пожизненный секретарь Академии должен участвовать в определенных церемониях, что можно проследить в направленности речей, которые произносит академик. Академик в своих речах обращается к разным темам, например, оценки деятельности научного учреждения, отмечается роль членов Академии, которые внесли вклад в развитие и становление французского языка.

Э.К. д'Анкокс произносила речи на ежегодных публичных заседаниях Французской академии. От лица академического сообщества оратор прославляет писателей, чье творчество имело важное значение для Франции, в частности Лафонтен, Шатобриан и др.

- *Notre confrère La Fontaine : quatre siècles de gloire* (2021).

- *Il y a deux siècles Chateaubriand était élu à l'Académie française. Chateaubriand et Napoléon* (2011).

- *D'Alembert : la passion de l'Académie française* (2017). [Официальный сайт ..., б.г.].

Итак, подчеркнем, что академик в своих речах ставила перед собой цель напомнить членам Академии о тех личностях, которые внесли значительный вклад во французскую литературу и культуру.

Обратим внимание на речи, посвященные французскому языку. Следует отметить, что данные речи имеют важное значение не только для Французской академии, но и для Франции, т.к. именно через французский язык страна ведет культурную дипломатию. Например, в своей речи *La langue française à l'âge de la globalisation* (Французский язык в эпоху глобализации) Э.К. д'Анкокс подчеркивает значимость родного языка как важного инструмента политики страны [Викулова и др., 2020].

Французский язык, как видно из торжественных речей, занимает важное место в тематике речей академика.

- *La Langue française : de l'identité à l'universalité* (2007).

- *Le français dans tous ses états* (2004).

- *Au secours du français* (2002).

- *La langue française et la culture européenne* (1993).

[Официальный сайт ..., б.г.].

²⁶ Коммуникация. Теория и практика: учебник / Л. Г. Викулова, М. Р. Желтухина, С. А. Герасимова, И. В. Макарова. М.: ВКН, 2020. 336 с. – ISBN 978-5-7873-1738-1.

Тема оценки деятельности данного учреждения и его роли во Франции занимает исключительное место в публичных речах Э.К. д'Анкосс [Викулова и др., 2020], например:

- *Les missions de l'Académie française : définition de la langue et composition du 9e dictionnaire* (2014).

- *L'Académie et le roman, une longue hésitation* (2015).

[Официальный сайт ..., б.г.].

Академик обращается к теме, имеющей важное значение, а именно, к вопросу о месте и положении женщины среди научного общества:

- *Des femmes à l'Académie française?* (2012).

В своей речи оратор упоминает женщин, которые были избраны во Французскую академию. Среди них первая женщина, которую избрали – Маргерит Юрсенар (1980) и Жаклин де Ромийи (1988).

В силу того, что оратор обладает определенным статусом во Французской академии, Э.К. д'Анкосс произносит торжественные речи при посещении Академии министрами, президентами разных стран, например, Германии, Португалии, Квебека и др.:

- *Discours prononcé lors de la visite du ministre de la justice et de la langue française du Québec, M. Simon Jolin-Barrette, le 23 juin 2022.*

- *Allocution prononcée lors de la visite en séance privée du président de la République portugaise, M. Marcelo Rebelo de Sousa, le 14 novembre 2019.*

- *Allocution prononcée lors de la visite du président de la République fédérale d'Allemagne, M. Joachim Gauck, le 26 janvier 2017.*

Академик принимает участие в различных торжественных мероприятиях, в частности, траурных и мемориальных мероприятиях. Думается, что большую роль в таких знаковых мероприятиях играет статус постоянного секретаря Французской академии [Викулова и др., 2020]. Мемориальные речи посвящались памяти французских писателей, ученых. Тема памяти слов, мемориальная тематика активно исследуется в лингвистике [Авербух и др., 2018; Tivyaeva, 2014].

Академик произносила разные типы речей, в том числе *памятные торжественные речи* (hommage). Э. Каррер д'Анкосс произносила памятные торжественные речи, посвященные писателям, а также ученым, которые много сделали для французской литературы и языка.

- *Hommage prononcé lors des obsèques de M. Jean Dutourd, en l'église saint-Germain-des-Prés* (2011).

- *Hommage à M. François Jacob à l'Académie des Sciences* (2015).

[Официальный сайт ..., б.г.].

Проведенное исследование показывает, что Э. Каррер д'Анкосс является активным членом академической среды. Как коммуникативная личность, она вписывается в социокультурные координаты, которые Д. Г. Трунов называет термином «стандартная стратегия самоидентификации» [Трунов, 2008].

Став членом научной элиты, академик занималась важной интеллектуальной деятельностью, которая играла большую роль в обществе,

в частности, представление французского языка в мире. Данный факт объясняется тем, что Элен Каррер д'Анкосс принадлежит к *административно-научной иерархии*, в определении В.Е. Чернявской [Чернявская, 2011, с. 69]. Ее положение разрешает обращаться к проблемным вопросам, касающимся научного знания. Писатель может выступать как «коммуникативная личность, участвующая в процессе коммуникации в реальном или виртуальном взаимодействии с другими языковыми личностями» [Викулова, 2016]. Данное утверждение правомерно принимать при описании деятельности и личности академика Э.К. д'Анкосс. Следует отметить, что языковая компетенция и коммуникативное лидерство, которым обладает академик, находит свое выражение в речах, которые произносит оратор.

Conclusion

Исследование позволяет заключить, что цифровая репутация научного сообщества создается на институциональном уровне за счет научных достижений академического сообщества и каждого из его членов. Имиджевый портрет, формируемый на сайте Французской академии, является важным компонентом идентичности научного сообщества, поскольку отражает ценностные ориентиры статусного научного учреждения. Именно посредством сайта Французской академии происходит формирование репутации авторитетного учреждения. Сайт Академии является важным продвигающим ресурсом, активно используемым для позиционирования учреждения в медийном пространстве и формирования собственной сетевой идентичности. На современном этапе именно через сайт Академия создаёт свою цифровую репутацию.

Библиографический список

- Авербух К. Я.* Культурная память слов как проявление языковых знаний о мире / К. Я. Авербух, Л. Г. Попова, Л. М. Шатилова // *Инновационное развитие науки и образования: монография* / под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. С. 15–22.
- Белоусов К. И.* Маркетинговое исследование в области индустрии знаний – составление имиджевого портрета высшего учебного заведения (на примере Оренбургского государственного университета) / К. И. Белоусов, Н. Л. Зелянская // *Артмаркетинг*. 2008. № 5. С. 2–21.
- Будагов Р. А.* Развитие французской политической терминологии в XVIII веке. 2-е изд. М.: Добросвет-2000, 2002. 176 с.
- Взаимодействие языков и культур: от диалога к полилогу* / О. В. Афанасьева, К. М. Баранова, Н. В. Барышников [и др.]. М.: «ВКН», 2021. 328 с. ISBN 978-5-907086-89-0. DOI 10.54449/9785907086890.
- Викулова Л. Г.* Внешняя легитимация науки во Франции XVII века // *Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Современные лингвистические и методико-дидактические исследования*. 2015. № 2 (26). С. 106–117.

- Викулова Л. Г. Дама со шпагой во Французской академии: языковая компетенция и коммуникативное лидерство / Л. Г. Викулова, О. И. Короленко // Социальные и гуманитарные науки на Дальнем Востоке. 2020. Т. 17. № 1. С. 159–164. DOI 10.31079/1992-2868-2020-17-1-159-164.
- Викулова Л. Г. Национальная идентичность в контексте инаковости: языковая репрезентация оппозиции "свой" - "чужие" во французской литературе XX века (на материале сборника эссе Ф. Мориака "Чёрная тетрадь") / Л. Г. Викулова, О. А. Кулагина // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: «Филология. Теория языка. Языковое образование». 2013. № 2 (12). С. 33–42.
- Викулова Л. Г. Французский литератор XVII века: энциклопедическая доминанция, лингвистическая компетенция, коммуникативное лидерство // Древняя и Новая Романия. 2016. № 17. С. 266–278.
- Дискурс как универсальная матрица вербального взаимодействия / Д. Д. Холодова, Г. Н. Манаенко, С. Н. Плотникова [и др.]; отв. ред. О. А. Сулейманова. М.: Ленанд, 2018. 320 с.
- Короленко О. И. Культура диалога академиков в XXI веке: Французская академия // Диалог культур. Культура диалога: от конфликта к взаимопониманию: материалы Второй международной конференции, Москва, 21–25 апреля 2020 года. М.: Языки Народов Мира, 2020. С. 29–34.
- Лексемы *identite* / идентичность как элементы универсумов человека и языка: этносемиотрический и аксиологический аспекты интерпретации / Л. Г. Викулова, Е. Ф. Серебренникова, О. В. Вострикова, С. А. Герасимова // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. 2020. № 2(831). С. 30–42.
- Маркетинговая лингвистика. Закономерности продвигающего текста. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «ФЛИНТА», 2019. 164 с. ISBN 978-5-9765-3987-7.
- Официальный сайт Французской академии // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.academie-francaise.fr> (дата обращения: 25.08.2022).
- Охалкина Е. П. Цифровая самоидентификация: цель, способы, риски / Е. П. Охалкина, А. А. Роганов // Взаимодействие вузов, научных организаций и учреждений культуры в сфере защиты информации и технологий безопасности: Сборник статей по материалам Международной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Тарасова и О.В. Казарина, Москва, 21–22 апреля 2021 года / под ред. Д. А. Митюшина. М.: Российский государственный гуманитарный университет, 2021. С. 44–54.
- Профессиональная картина мира: Методология. Варианты. Практика. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Агентство социально-гуманитарных технологий», 2020. 312 с. ISBN 978-5-6041859-2-6.
- Трунов, Д. Г. Введение в феноменологию самопознания : монография / Д. Г. Трунов; Д. Г. Трунов ; Федеральное агентство по образованию, ГОУВПО "Пермский гос. ун-т". Пермь : [б. и.], 2008. 255 с. ISBN 5-7944-1029-9.
- Ухова Л. В. Эффективность рекламного текста. Ярославль: Ярославский государственный педагогический университет им. К. Д. Ушинского. 2012. 375 с.
- Учет фактора адресата в современном образовательном дискурсе / А. В. Щепилова, О. А. Сулейманова, М. А. Фомина, А. А. Водяницкая // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: «Филология. Теория языка. Языковое образование». 2017. № 3 (27). С. 68–82.
- Чернявская В. Е. Дискурсивный анализ репутации университета: выдвижение прошлого в актуальной практике // Коммуникативные исследования. 2019. Т. 6. № 4. С. 940–958. DOI: 10.24147/2413-6182.2019.6(4).940-958.
- Чернявская В. Е. Коммуникация в науке: нормативное и девиантное. Лингвистический и социокультурный анализ: монография. М.: URSS, 2011. 238 с. – ISBN 978-5-4458-5892-8.

- Чернявская В. Е. Научное знание как объект оценки // Эпистемология и философия науки. 2012. Т. 34. № 4. С. 165–178.
- Щерба Л. В. Опыт общей теории лексикографии // Языковая система и речевая деятельность / под ред. Л. Р. Зиндера и М. И. Матусевич. 4-е изд. М.: ЛКИ, 2008. С. 265–304.
- Chernyavskaya V. E. Towards Constructing Identity of a National University: "Our Past" at the Websites of Russian Universities / V. E. Chernyavskaya, E. L. Safronenkova // Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences. 2019. Vol. 12. No 10. P. 1819–1839. DOI 10.17516/1997-1370-0491
- Identity as an Element of Human and Language Universes: Axiological Aspect / M. R. Zheltukhina, L. G. Vikulova, E. F. Serebrennikova [et al.] // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. Vol. 11. No 17. P. 10413–10422.
- Information Resources for Foreign Language Teachers' Self-development: Overview / L. G. Vikulova, I. P. Khutyz, I. V. Makarova [et al.] // Integrating Engineering Education and Humanities for Global Intercultural Perspectives: Proceedings of the Conference "Integrating Engineering Education and Humanities for Global Intercultural Perspectives", St. Petersburg, 25–27 March 2020. St. Petersburg: Springer Nature, 2020. P. 119–127. DOI 10.1007/978-3-030-47415-7_13
- Retrospective semiometrics of the sign valeur / L. G. Vikulova, E. G. Tareva, S. A. Gerasimova [et al.] // XLinguae. 2020. T. 13. № 1. P. 169–183. DOI 10.18355/XL.2020.13.01.13.
- Tivyaeva I. Representation of retrospective memory and communicative context // Jezikoslovlje. 2014. Vol. 15. No 2-3. P. 283–306.

References

- Averbukh K. Ya., Popova L. G., Shatilova L. M. (2018). Cultural memory of words as the manifestation of language knowledge about the world. *Innovative development of science and education: a monograph* / edited by G. Y. Gulyaev. Penza: ICNS "Science and Education", 15–22. (In Russian)
- Belousov K. I., Zelyanskaya N. L. (2008). Marketing research in the field of knowledge industry – drawing up an image portrait of a higher educational institution (on the example of Orenburg State University). *Artmarketing*. 5: 2–21. (In Russian)
- Budagov R. A. (2002). Razvitie francuzskoj politicheskoy terminologii v XVIII veke [The development of French political terminology in the XVIII century]. 2nd ed. Moscow: Dobrosvet-2000. 176 p. (In Russian)
- Chernyavskaya V. E. (2011). Kommunikaciya v nauke: normativnoe i deviantnoe: lingvisticheskij i sociokul'turnyj analiz [Communication in science: normative and deviant: linguistic and socio-cultural analysis]. Moscow: URSS, 238 p. (In Russian)
- Chernyavskaya V. E. (2012). Scientific knowledge as an object of evaluation. *Epistemology and philosophy of science*. 34(4): 165–178. (In Russian)
- Chernyavskaya V. E. (2019). Discursive approach to university reputation: foregrounding the past in the actual practice. *Communication Studies (Russia)*. 6(4): 940–958. DOI: 10.24147/2413-6182.2019.6(4).940-958. (In Russian)
- Chernyavskaya V. E., Safronenkova E. L. (2019). Towards Constructing Identity of a National University: "Our Past" at the Websites of Russian Universities. *Journal of Siberian Federal University. Humanities and Social Sciences*. 12(10): 1819–1839. DOI 10.17516/1997-1370-0491
- Diskurs kak universal'naya matritsa sotsial'nogo vzaimodeistviya: kollektivnaya monografiya [Discourse as a universal matrix of social interaction / Suleimanova O. A. (Ed.)]. Moscow: LENAND. 2018. 320 p. (In Russian)
- Korolenko O. I. (2020). Culture of dialogue of academicians in the XXI century: the French Academy. *Dialogue of cultures. Culture of Dialogue: From Conflict to Mutual Understanding: Proceedings of the Second International Conference, Moscow, April 21-25, 2020*. Moscow: Languages of the Peoples of the World. 29–34. (In Russian)

- Marketingovaya lingvistika. Zakonomernosti prodvigajushhego teksta [Marketing linguistics. Patterns of the promoting text]: a collective monograph. (2019). Moscow: Flinta. 164 p. (In Russian)
- Okhapkina E. P., Roganov A. A. (2021). Digital self-identification: purpose, methods, risks. *Interaction of universities, scientific organizations and cultural institutions in the field of information protection and security technologies*: A collection of articles based on the materials of the International Conference dedicated to the memory of Professor A. A. Tarasov and O. V. Kazarin, Moscow, April 21-22, 2021. Moscow: Russian State University for the Humanities. 44–54. (In Russian)
- Professional'naya kartina mira: Metodologiya. Varianty. Praktika [Professional picture of the world: Methodology. Variants. Praktika]: a collective monograph. (2020). Moscow: Agency of Social and Humanitarian Technologies. 312 p. ISBN 978-5-6041859-2-6. (In Russian)
- Shchepilova A. V., Suleimanova O. A., Fomina M. A., Vodyanitskaya A. A. (2017). Target audience in contemporary educational discourse. *Bulletin Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Filologiya. Teoriyazyka. Yazykovoe obrazovanie*. 3(27): 68–82. (In Russian)
- SHCHerba L. V. (2008). Experience of the general theory of lexicography. *Language system and speech activity* / edited by L. R. Zinder and M. I. Matusевич. 4th ed. Moscow: LKI Publishing House. 2008. 265–304. (In Russian)
- The official website of the French Academy // [Electronic resource]. URL: <https://www.academie-francaise.fr> (accessed 25 August 2022). (In Russian)
- Tivyaeva I. (2014). Representation of retrospective memory and communicative context // *Jezikoslovlje*. 15 (2-3): 283–306.
- Trunov D. G. (2008). Vvedenie v fenomenologiyu samopoznaniya [Introduction to the phenomenology of self-knowledge] : monografiya. Perm: Perm State University. 2008. 255 p. ISBN 5-7944-1029-9 (In Russian)
- Ukhova L. V. (2012). Effectiveness of the advertising text. Yaroslavl: Yaroslavl State Pedagogical University named after K.D. Ushinsky. 2012. 375 p. (In Russian)
- Vikulova L. G. (2015). External legitimation of science in France in XVII century. *Scientific Newsletter Modern linguistic and methodical-and-didactic research*. 2: 106–117. (In Russian)
- Vikulova L. G. (2016). The Writer in the French Society of the 17th Century: Encyclopedic Domination, Language competence, Communicative Leadership. *Ancient and New Romania*. 17: 266–278. (In Russian)
- Vikulova L. G., Khutyz I. P., Makarova I. V., Gerasimova S. A., Borbotko L. A. (2020). Information Resources for Foreign Language Teachers' Self-development: Overview. *Integrating Engineering Education and Humanities for Global Intercultural Perspectives: Proceedings of the Conference "Integrating Engineering Education and Humanities for Global Intercultural Perspectives", St. Petersburg, 25–27 March 2020*. Saint-Petersburg: Springer Nature. 119-127. DOI 10.1007/978-3-030-47415-7_13.
- Vikulova L. G., Korolenko O. I. (2020). Lady with a sword in the French academy: language competence and communicative leadership. *The Humanities and Social Studies in the Far East*. 17(1): 159–164. DOI 10.31079/1992-2868-2020-17-1-159-164. (In Russian)
- Vikulova L. G., Kulagina O. A. (2013). National identity within the context of otherness: linguistic representation of the "native" - "foreign" opposition in french literature of the XX th century (the essay volume "the black notebook" by F. Mauriac). *Bulletin Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Filologiya. Teoriyazyka. Yazykovoe obrazovanie*. 2 (12): 33-42. (In Russian)
- Vikulova L. G., Serebrennikova E. F., Vostrikova O. V., Gerasimova S. A. (2020). Lexemes identité / identity as elements of the human and language universes: ethnosemiometric and axiological aspects of interpretation. *Bulletin of the Moscow State Linguistic University. Series: Humanities*. 2(831): 30–42. (In Russian)

Vikulova L. G., Tareva E. G., Gerasimova S. A., Rayskina V. A., Serebrennikova E. F. (2020). Retrospective semiometrics of the sign valeur. XLinguae. 13(1): 169–183. DOI 10.18355/XL.2020.13.01.13.

Vzaimodejstvie yazykov i kul'tur: ot dialoga k polilogu [Interaction of languages and cultures: from dialogue to polylogue] / O. V. Afanasyeva, K. M. Baranova, N. V. Baryshnikov [et al.]. Moscow, VKN, 2021. 328 p. ISBN 978-5-907086-89-0. DOI 10.54449/9785907086890. (In Russian)

Zheltukhina M. R., Vikulova L. G., Serebrennikova E. F., Gerasimova S. A., Borbotko L. A. (2016). Identity as an Element of Human and Language Universes: Axiological Aspect. International Journal of Environmental and Science Education. 11 (17): 10413–10422.

УДК 821.09-3+398.21(4)

DOI 10.51955/2312-1327_2023_1_251

МЕТАЯЗЫК В СОВРЕМЕННЫХ НЕМЕЦКИХ ДИАЛЕКТНЫХ СКАЗКАХ ДЛЯ ВЗРОСЛЫХ

*Вера Брониславовна Меркурьева,
orcid.org/0000-0002-1326-1002,
доктор филологических наук, профессор
Иркутский государственный университет,
ул. Ленина, 8
Иркутск, 664025, Россия
vbmerk@yandex.ru*

*Наталья Сергеевна Новолодская,
orcid.org/0000-0002-4685-9967,
Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел
Российской Федерации,
ул. Лермонтова, 110
Иркутск, 664074, Россия
indigos@mail.ru*

Аннотация. Объектом исследования статьи являются в своем большинстве современные немецкие сказки для взрослых на диалекте юмористического содержания. Размышления о языке, уточнение языковых моментов, замечания по поводу отдельных лексем, грамматических и стилистических явлений характерны для всех немецкоязычных писателей, работающих в разных жанрах. Современная авторская сказка как тип текста также отображает интерес ее авторов к отдельным языковым моментам. В статье анализируются примеры метаязыка, метакоммуникации на диалекте о диалекте, а также в отдельных случаях и о литературных или иноязычных вкраплениях. Изучаются разнообразные прагматические эффекты, создаваемые метаязыковыми пассажами в рамках текстотипа *сказка*.

Ключевые слова: диалект, литературный язык, авторская сказка для взрослых, метаязык, метаязыковая коммуникация, юмористический эффект.

METALANGUAGE IN MODERN GERMAN FAIRY TALES FOR ADULTS IN DIALECT

*Vera B. Merkuryeva,
orcid.org/0000-0002-1326-1002,
doctor of philology, professor
Irkutsk State University,
8, Lenina
Irkutsk, 664025, Russia
vbmerk@yandex.ru*

Abstract. The object of the article is mostly modern german humorous fairy tales for adults in dialect. Thoughts on the language, clarification of language points, comments on some lexemes, grammatical and stylistic phenomena are typical for all german-speaking writers working in different genres. A modern author's fairy tale as a type of text also reflects the interest of its authors in certain linguistic points. The article analyzes examples of metalanguage, metacommunication in dialect about dialect, as well as in some cases about literary or foreign-language inclusions. Various pragmatic effects created by metalanguage passages within the textotype of the fairy tale are studied.

Keywords: dialect, standard language, author's fairy tale for adults, metalanguage, metacommunication, humor.

Введение

Немецкоязычные писатели подобно лингвистам очень внимательны к родному языку и уделяют внимание в своих романах, повестях, рассказах, а зачастую и в стихах, отдельным его особенностям, например, звучанию, происхождению, семантике отдельных слов и т.д. Текстотип *авторская сказка на диалекте* не оказался исключением ещё и потому, что диалект является особенно любимым языковым проявлением немецкого языка, и интерес к нему никогда не угасал ни у лингвистов, ни у писателей, ни у простых граждан.

Современные авторские сказки на диалекте практически не изучались до настоящего времени, поскольку это достаточно сложный и малодоступный объект исследования. Нами выявлено, что такие литературные сказки представляют собой конгломерат всех форм существования немецкого языка и иноязычных (преимущественно английских) вкраплений.

Основой или языком повествования в авторских сказках для взрослых является диалект. Авторы создают сказки с учетом особенностей этого типа текста, зачастую пародируют и осовременивают народную сказку. Столь сложное языковое образование, безусловно, анализируется авторами, ими фиксируются и демонстрируются интересные моменты, касающиеся языка. Задачей статьи является выборка из нескольких сказок, написанных на разных диалектах, метаязыковых пассажей, их систематизация и интерпретация прагматического эффекта, производимого ими.

Материалы и методы

Статья охватывает несколько сказок современного авторского сказочного дискурса на диалекте. Материалом данной статьи послужили авторские сказки Франка Фодервестье, Тони Лауэрера, Людвига Бехштейна, написанные на гессенском, баварском и швабском диалектах. В статье были

использованы описательный метод, методы контекстуального, семантического и дискурсивного анализа.

Дискуссия

Впервые определение сущности «сказка» было предложено европейскими исследователями И. Больте и Г. Поливке. Авторы указывали, что сказка – «рассказ, основанный на поэтической фантазии, в особенности из волшебного мира, история, не связанная с условиями действительной жизни, которую во всех слоях общества слушают с удовольствием, даже если находят ее невероятной или недостоверной» [Пропп, 2000, с. 23]. Авторы выделяют три основных признака сказки – вымысел, поэтичность и развлекательность.

Советский филолог В.Я. Пропп предлагал следующее определение сказки и назвал его самым общим. По мнению автора, «сказка есть рассказ, отличающийся от всех других видов повествования специфичностью своей поэтики» [Пропп, 2000, с. 24]. Однако В.Я. Пропп отмечал, что данное определение не вполне раскрывает сущность сказки.

Задачей данной статьи не является анализ дефиниций термина «сказка». Заметим лишь, что наиболее интересное и точное определение высказывалось А.Л. Никифоровым. Автор отмечал, что «сказки – это устные рассказы, бытующие в народе с целью развлечения, имеющие содержанием необычные в бытовом смысле события (фантастические, чудесные или житейские) и отличающиеся специальным композиционно-стилистическим построением» [Никифоров, 1930, с. 7].

Существует множество классификаций сказок. По одной из классификаций, которую нам дает словарь лексических трудностей русского языка при определении понятия «сказка»: «сказка – повествовательное (народное или литературное) произведение о вымышленных событиях, иногда с участием волшебных, фантастических сил, сказки подразделяются на народные и авторские (литературные)» [Лексические трудности русского языка, 1994, с. 436]. Авторские сказки, в отличие от народных, имеют определенного автора, а адресаты авторской сказки чаще всего взрослые.

По мнению Н.А. Антоновой текст авторской сказки предстает как «сложный по своей структуре жанр, синтезирующий черты художественного и сказочного текстов. Он в полной мере проявляет такие свойства художественного текста, как художественная образность, единство и неразрывность художественной формы и содержания, целостность и интегративность, художественно-образную речевую конкретизацию, стилевое единство и многостильность художественной речи, отражение элементов других стилей, в частности, разговорно-бытовой речи, выступающих в художественной речи в эстетической функции, эмоциональность, экспрессивность, уникальность, оценочность, при общей доминанте художественно-эстетической функции» [Антонова, 2009, с. 19-20].

Результаты

После того, как мы кратко представили объект нашего исследования, авторскую сказку, обратимся к его предмету – метаязыковым вкраплениям. Большой энциклопедический словарь Языкознание следующим образом дефинирует понятие *метаязык*: (от греч. мета – через, после) – язык «второго порядка», по отношению к которому естественный человеческий язык выступает как язык-объект, т.е. как предмет языковедческого исследования [Гвишиани, 1998, с. 297].

Мы будем также пользоваться термином *метакоммуникация*. Вслед за Н.С. Фатиной под метакоммуникацией мы понимаем эксплицитную вербализацию рефлектирующей деятельности человека по отношению к языку, к различным формам его использования [Фатина, 1998, с. 6].

Главной задачей метаязыка в художественном тексте считается осуществление успешной коммуникации [Волкодав, 1998, с. 57]. В современных авторских сказках, написанных на диалекте, коммуникация между автором и читателем происходит на диалекте, это сложный когнитивный процесс, и метакоммуникация является залогом его успешного протекания.

Авторы, пишущие на диалекте, на содержательном уровне обращаются к фактам языка. Такие свернутые речевые структуры, содержательно апеллирующие к фактам языка, О.А. Александров называет рефлексивами [Александров, 2022, с. 21]. Данный ученый занимается языком российских немцев, но его соображения и терминология, касающиеся метаязыковых процессов, вполне могут быть применимы и для художественного текста сказки.

В сказках на диалекте всегда большое внимание уделяется именам, содержащим диалектные компоненты. Приведем пример с именем *Knöpfleschwab* (буквально: *Клёцки-шваб*) из сказки Л. Бехштейна «Die sieben Schwaben» («Семь швабов»):

Knöpfleschwab war ein Mann, der verstand, gute *Knöpfe* oder *Spätzle* zu kochen, das ist im bayerischen Deutsch *Knödel*, und im sächsischen Deutsch *Klöße* [Bechstein, s.a.].

Это был человек, который умел хорошо варить клёцки (даются два обозначения этого понятия на швабском диалекте – *Knöpfe* или *Spätzle*). Кроме этого автор уточняет, что по-баварски они называются *Knödel*, а по саксонски – *Klöße*. Для немецких авторов, пишущих на диалекте, характерна популяризация диалектных наименований, в данном случае гастрономических блюд. Л. Бехштейн включает в сказочное повествование информацию кроме швабского наименования клёцек также баварское и саксонское, которые созвучны швабскому.

В сказке Т. Лауэра «Schneewittchen» (Белоснежка) автор даёт одному из гномов диалектное имя *Ohrlibohrli*:

Da *Ohrlibohrli* (des war da 6. Zwerg, *der hod dauernd mit sein Zeigefinger im Ohr bohrt, weilsna guckt hod*) [Lauerer, 2018, с. 13].

В скобках автор семантизирует сложное слово, содержащее два диалектных суффикса -li. Гнома прозвали Орлиборли из-за того, что он постоянно чесал в ухе указательным пальцем. Имя смешное уже благодаря семантике, говорящее, создаёт комический эффект вследствие двукратного употребления уменьшительно-ласкательного ареального суффикса, очень подходит именно гному, поскольку это человек небольшого размера и роста.

В сказке Тони Лауэра «Hänsel und Gretel» (Гензель и Гретель) есть эпизод метакоммуникации повествователя с читателем.

Повествователь как бы требует от читателя языковой догадки, объясняет ему, что означает слово *hirsteln*, приводит такое объяснение, не называя литературный эквивалент:

Wos, du woasst ned, wos *hirsteln* is? Des bedeit, da Herbst is vor da Tür gstandn, und es war nimmer so warm wie im Summer [Lauerer, 2018, с. 36].

Диалектный рефлексив помогает читателю догадаться, что *hirsteln* [Deutsch-Bairisches Wörterbuch, s.a.)]²⁷ это глагол *herbsteln*. Продолжим цитировать текст сказки:

I erklars dir blo, dassd wos lernst! Wos, du woasst aa ned, wos a *Reiser* is? Ja Mensch, muass i dir alls erklarn! Reiser, *des san kloane diirre Zweige, Reisig* hoassts aaf *hochdeutsch*! [Lauerer, 2018, с. 36].

Для диалектного слова *Reiser* приводится литературный эквивалент *Reisig* (хворост). Обращает на себя внимание форма метакоммуникации. Повествователь несколько свысока обращается к читателю на «ты», тон его общения поучительный: I erklars dir blo, dassd wos lernst! (Ich erkläre es dir bloß, damit du etwas lernst).

В этой же сказке [Lauerer, 2018, с. 43] повествователь семантизирует трудное для понимания слово *Antn* (*Ente*), которое затем повторяется и должно быть верно истолковано читателем.

Mittndrin is a weiße Antn, *Ente aaf hochdeutsch*, daherkema. De hamms gfragt, obs aaf ihr umeschwimma derfa und d'Antn war voll hilfsbereit und hods über des „große Wasser" transportiert [Lauerer, 2018, с. 41].

В сказке Ф. Фоддеравестье «Dornrösche un de böse Froschkönisch» (Спящая красавица и злой лягушачий король) повествователь описывает старых фей, которых король очень ценил. Появление старейшей из самых старых фей сопровождается словосочетанием *hold un gewooche* [*hold und gewogen*], она должна быть такой по отношению к принцессе [Fodderwestje F., 2017, с. 17]. Оба слова (литературное *hold* и диалектное *gewooche*) являются синонимами, означают *благосклонный*. Метаязыковой комментарий к этой диалектной формулировке – *wie mär so schee uff Altdhessisch säscht* (wie man so schön auf Althessisch sagt – как прекрасно говорится на древнегессенском). Форма слова *gewooche* [*gewogen*] не несёт, однако, никакой печати старины. Древнегессенский (старинный диалект) употреблен в одном контексте с появлением старейшей из фей и ещё раз напоминает, что сказка написана на гессенском диалекте. Altdhessisch

²⁷ Herbst – Hirscht.

(древнегессенский) употреблено по аналогии с Althochdeutsch (древневерхненемецкий – самая древняя форма немецкого языка, засвидетельствованная в письменном виде, охватывающая временной период с 750 по 1050 год)²⁸.

Это слово не применяется по отношению к диалекту, поскольку языковые особенности гессенского зафиксированы в немногочисленных теоретических источниках, а особенности древнегессенского не зафиксированы нигде по причине отсутствия древних письменных памятников на этом диалекте. Таким образом, выражение *wie man so schön auf Althessisch sagt* явно употреблено для красного словца, придает авторскому комментарию оттенок излишней патетики и вследствие этого создается юмористический эффект.

В сказке Т. Лауэра на баварском диалекте «Schneewitchen» (Белоснежка) есть такой эпизод: *Dann hods da Jaaga renna lassen und hod dafür a junge Wildsau gschossn, a Wildsugerl praktisch, aaf hochdeutsch a Wildferkel, und dera ihra Lung und Leber da Königin mitbracht* [Lauerer, 2018, с. 11].

Злая королева приказала своему охотнику убить в лесу падчерицу, поскольку девушка стала со временем красивее её, а в качестве доказательства совершенного убийства принести легкие и печень убитой падчерицы. Охотник отпускает девушку по ее просьбе и убивает дикого поросенка, чтобы принести его органы королеве в качестве свидетельства того, что ее приказ выполнен. Т. Лауэрер использует баварское диалектное слово *a Wildsugerl* и приводит его литературный эквивалент *aaf hochdeutsch a Wildferkel*. Данная семантизация слова на литературном языке рассчитана, вероятнее всего, на читателя, не владеющего баварским диалектом.

Характеризуя метаязык в сказках, отметим, что доминирующим способом её проявления является семантизация слов. Однако акцент иногда делается на словообразовательные диалектные элементы, в частности, на диалектные суффиксы.

Так, в сказке Т. Лауэра «Schneewitchen» подчеркивается удивление Белоснежки при первом знакомстве с жилищем гномиков, где все было маленьким, как будто бы предназначено для маленьких детей: *Alles war blitzsauber, owa winzig kloa, wia für kloane Kinder! A kloans Tischerl, kloane Stuhlerln, kloane Becherln, kloane Tellerln, sogar de Semmeln aaf de Tellerln warn Semmerln!* [Lauerer, 2018, с. 12].

На диалекте перечисляется несколько существительных с ареальным суффиксом *-erl*: *A kloans Tischerl, kloane Stuhlerln, kloane Becherln, kloane Tellerln*, сам по себе суффикс является уменьшительно-ласкательным, но ещё перед каждым существительным стоит эпитет *kloan* (*klein*), что создает сказочный мир кукольной реальности, а завершающим штрихом является

²⁸ Древневерхненемецкий язык. Wikipedia [Electronic resource]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%86%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA (accessed 15.01.2023).

метаязыковой комментарий: *sogar de Semmeln aaf de Tellerln warn Semmerln!* Даже булочки на тарелочках были крохотными. Если некто из читателей мог упустить это описание всего маленького, теперь, благодаря последнему акценту, это становится уже невозможным, поскольку противопоставляется два слова: диалектное *de Semmeln* во мн.ч. и диалектное с уменьшительно-ласкательным суффиксом *-erl Semmerln*, также во множественном числе. Далее в тексте сказки следует нагромождение существительных с суффиксом *-erl*:

Schneewittchen hod ghungert und dürscht, owa sie hod vo jedem Tellerl bloß a kloans Bröckerl gessn und vo jedem Becherl bloß a Schlückerl trunka, so nett war de. Dann wollt sie sich hilegn, weil sie war stoamiad. Owa koans vo de Betterln hod so richtig passt, sie hod alle probiert. Gottseidank war dann des letzte Betterl ok, sie hod sich einelegt und is glei eigschlaffa.

Da erste hod gsagt: „Ey, wer is aaf mein Stuhlerl gessn?“

Da zwoate hod gsagt: „Zenalln, wer hod vo mein *Leberkaaserl* obissn?“ Da drine: „Ja genau! Und vo mein *Semmerl* hod aa wer obissn!“

Da vierte: „Und vo mein *Radieserl* aa!“

Da fünfte: „Und wer hod mit mein *Gaberl* gstocho?“ Da sechste: „Und mit mein *Messerl* gschnittn?“

Und da siebte: „Und wer hod vo mein Weißbiererl a Schlückerl trunka?“

Oaner hod bläder gschaut wia da ander, weils null Ahnung ghabt hamm, wos do los is und wer des war. Und wias gespannt hamm, dass *de Betterl* aa no benutzt warn, warns fast scho a bisserl grantig.

Owa dann hamms des Schneewittchen im *Betterl* liegen seng [Lauerer, 2018, с. 12].

Употребление этих существительных (выделены нами курсивом – В.М., Н.Н.) создает сказочную атмосферу почти игрушечного пространства, в котором живут гномы. На то, что это сказка предназначена для взрослых, указывает существительное *Weißbiererl* (*Weißbier*) белое пиво, которое пьют гномы.

В сказке «Schneewittchen» присутствует эпизод, момент, когда гномы влюбляются в спящую Белоснежку:

Oaner hod gsagt, i glaub, es war da vierte, eventuell aa da dritte: „Ja Bluat vo da Sau, schaut de guat aus!“ *Is jetza ned grad a romantischer Ausdruck, owa er war einfach total weg, weils so schee war, des muassma versteh* (Lauerer, 2018, с. 12).

В качестве метаязыкового комментария повествователь делает акцент на стилистическом оформлении речи гнома. Диалектное выражение „Ja Bluat vo da Sau, schaut de guat aus!“ (буквально: кровь как у поросенка, приблизительно соответствует русскому «кровь с молоком») не является по оценке повествователя романтичным. Диалектный комментарий оправдывает гнома, который «совершенно потерялся» (взволновался), «и это нужно понимать», добавляет повествователь.

Чуть позже вновь появляется эта фраза: „Ja Bluat vo da Sau!“, hod da dritte (*oder da vierte?*) Zwerg wieder gsagt, des war anscheinend sei Lieblingsausdruck [Lauerer, 2018, с. 13].

Её появление сопровождается метаязыковой комментарий, в котором говорится, что фраза представляет собой, вероятно, любимое выражение гнома. Sei (sein) Lieblingsausdruck – притяжательное местоимение употреблено на диалекте, а существительное дано на литературном языке, т.к. лингвистические термины в системе диалекта отсутствуют.

Внимание к стилистическому оформлению речи встречается и в следующем примере из анализируемой сказки:

Sie hod an Kamm vergiftet, so an drumm Kamm für extra lange Hoor, weil's Schneewittchen hod Hoor ghabt, fast bis zu de Nieren owe (*eigentlich bis zum Orsch, owa i wollt ned ordinär wern*) [Lauerer, 2018, с. 15].

Описывая длину волос Белоснежки, повествователь употребляет выражение – fast bis zu de Nieren (почти до почек), а в скобках указывает bis zum Orsch (Arsch), используя грубое диалектное слово, литературный эквивалент тоже имеет грубую стилистическую окраску. Нежелание использовать грубое выражение, которое, тем не менее, появляется в скобках, создает юмористический эффект. Он возникает, с одной стороны, вследствие того, что повествователь применяет грубое слово Orsch, с другой стороны роль играет содержательный момент, то есть по указанию на почки, представляющие собой внутренний орган, сложно определять длину волос.

Приведём ещё одно метаязыковое рассуждение о ругательстве королевы, вновь услышавшей от зеркала, что не она самая красивая в королевстве. Бранное слово было реакцией на то обстоятельство, что падчерица жива, а третья попытка свести с ней счеты вновь не увенчалась успехом, поэтому повествователь воздерживается от того, чтобы привести это слово в тексте.

Dann hod de an Fluach aussaghaut, *der war so gotteslästerlich, den kann i gar ned schreim, ehrlich* [Lauerer, 2018, с. 20].

Он объясняет это на диалекте, что он не может его даже написать (den kann i gar ned schreim), в связи с тем, что ругательство это gotteslästerlich, литературный эквивалент означает, что проклятие это является богохульным. В диалекте отсутствуют абстрактные понятия из разных сфер, в том числе и религиозной сферы, поэтому повествователь и прибегает для объяснения к литературному слову.

Рассуждения о ругательствах находим и в сказке Т. Лауэрера «Tischlein, deck dich!» (Столик, накройся!)

Dann hättst amal hörn solln, wia alle den Schorsch ausglacht hamm, de san ganz aus dem Heisl gwen vor lauter lacha! Mit de Finger hamms aaf eam hideit und ganz schlimme Wörter hamms zu eam gsagt, „Knalldepp“, „Liagnbeidl“, „Dregaff“ und „Dummfotzn“ warn no de harmlosesten, de andern mog i gar ned schreim! [Lauerer, 2018, с. 88].

Баварский словарь Руперта Франка дефинирует слово *Knalldepp* следующим образом: einfältiger, ungeschickter Mensch, Tölpel, Dummkopf (глупый, неловкий человек, дурак) [Knalldepp, s.a.].

Liagnbeidl is oana, dea wo dauand liagn duat – человек, который постоянно врет²⁹.

Также здесь употреблены два бранных слова на литературном языке – Dummfotzn (придурки) и Dregaff (осадок).

После того, как Жорж отдал приказ столику накрыться, тот вдруг его не выполнил. Все стали потешаться над Жоржем, смеялись, выходили из себя. Они показывали на него пальцем и говорили ужасные слова, повествователь перечисляет лишь самые безобидные: два из них на литературном немецком, два – на баварском диалекте. Остальные, заявляет повествователь, он не может написать.

Итак, в двух сказках написанных на баварском диалекте, читатель получает метаязыковую информацию о том, что диалект располагает некоторыми бранными словами, эмоциональное воздействие, а, возможно, и агрессивный заряд которых настолько велик, что они не могут быть приведены автором в письменном виде.

Заметим, что существует несколько словарей бранных слов, например, берлинские, баварские, пфальцские и т.д. Приведем цитату из введения (оно во всех словарях одно и то же): Heute schlagen wir uns täglich mit jener kalten, technokratischen Hochsprache herum und vermissen den Trost des Dialekts. Weil er doch zärtlicher und obszöner, brutaler und zugleich authentischer ist [Dirty words..., 2001, с. 7].

Здесь противопоставляются литературный немецкий (его характеристики – холодный, высокопарный, технократический язык) диалекту (его характеристики – более нежный и непристойный, более жестокий и в то же время более подлинный).

В сказке Т. Лауэра «Das tapfere Schneiderlein» (Храбрый портняжка) рассказывается, как храбрый портняжка при встрече с великаном во время их импровизированного состязания обманул его. Великан сжал изо всей силы камень и выдавил из него 2-3 капли воды. Портной достал старый кусочек сыра из кармана, который тоже выглядел как камень, потому что был серого цвета. Портняжка сжал его, и из него буквально брызнул сок. И тут следует реплика главного героя:

„Do schaut, ha?“, hod's Schneiderlein gsagt, „do hauts dir's Ventil aussa ausm Pneu!“ *Pneu, so hodma früher zum Reifen gsagt* [Lauerer, 2018, с. 70].

«Что ты уставился?» – спросил портняжка – это вылетел вентиль из шины (он приводит французское слово Pneu, так раньше называли Reifen (шина), он семантизирует французскую лексику при помощи немецкой литературной лексики). Каркас предложения остается при этом диалектным.

²⁹ *Liagnbeidl*. Bar.wikipedia [Electronic resource]. – URL: <https://bar.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Hoamseitn> (accessed 2.02.2023)

Сравнение с шиной (слово отсутствует в диалекте, поскольку автомобили и его составляющие – это артефакты современной действительности) появилось значительно позже, чем возник языковой слой диалекта. Иноязычное вкрапление на фоне диалекта должно соответствовать эффекту неожиданности от произведенного портняжкой действия, а именно – выжиманию сока из «камня», что должно свидетельствовать о большой физической силе портного. Заметим, что большинство вкраплений в сказках на диалекте – это англицизмы, они же никогда не семантизируются повествователями. И это обстоятельство вновь объединяет немецких авторов, пишущих на диалекте, с лингвистами. Цитаты на английском не переводятся в лингвистических научных работах, т.к. априори предполагается, что они должны быть понятны всем читающим. По всей вероятности авторы сказок руководствуются тем же самым предположением.

Заключение

Сказки – это короли, принцы и принцессы, драгоценности. Немецкие авторы, пишущие на диалекте, любят их, словно сказочным сокровищем, высвечивают в современных сказках для взрослых особенно ярко отдельные диалектные слова. Авторы сказок, выступая в роли повествователей, показывают читателю необычные грани диалекта в сказочном повествовании, его редкие особенности, тем самым сберегая его для новых поколений. Роль метаязыкового комментария обычно поручается повествователю, который в лапидарных по сути формулировках зачастую словно лингвист (научно, по-деловому) уточняет значение диалектного слова или особенности его употребления. Иногда он делает это эмоционально-поучительно. Словообразовательные моменты и стилистическая окраска диалектных и литературных слов также часто попадают в сферу внимания современного автора, пишущего на диалекте. В современных сказках для взрослых на диалекте особенно часто задействованы метаязыковые моменты и метакоммуникация, поскольку взрослые читатели обладают метаязыковой компетенцией. Не остается без внимания и большой потенциал лексики с негативной семантикой, используемой авторами в качестве разнообразных, изощренных ругательств, которые не всегда могут быть приведены в тексте сказки из-за грубой стилистической окраски или их агрессивного характера. Возникающий при этом юмористический эффект поддерживает юмор, который заложен в самом содержании веселых современных диалектных сказок, при помощи средств сатиры и юмора и средств образности, также служащих для создания комического эффекта. Таким образом, диалектная сказка для взрослых – это весёлая сказка с элементами пародии, повествователь очень внимателен к языку и отдельным формам его существования. Он осознанно создаёт метаситуации, чтобы коммуникация в сказке была успешной, а в сказочную атмосферу зачастую вплетается реальный мир. Языковая реальность, взятая под лупу повествователем, выбивающаяся из сказочного повествования, интерпретирует, объясняет

(часто с юмором) и связывает сказочный и современный миры. Эта языковая самооценка, критика, а иногда и самолюбование абсолютно уместны в данном текстотипе, поскольку в сказке вероятно всё, в том числе и переплетение старины и современности, языковая мозаика и скрупулезные языковые наблюдения.

Библиографический список

- Александров О. А.* Народно-разговорная речь российских немцев в Томской области на уровне социолекта и идеолекта: аспекты описательной и перцептуальной диалектологии. Автореф. Дис....д-ра филол.наук. 5.9.8. Теоретическая, прикладная и сравнительно-сопоставительная лингвистика. Томск, 2022. 42 с.
- Антонова Н. А.* О понятиях эквивалентности перевода художественного текста. Семья. Государство. Общество: сб. науч. ст. М.: Чебоксары, 2009. С. 19-20.
- Волкодав В. А.* Метаязыковая аспектность художественного текста (на материале прозы Ф.М. Достоевского). Дис....канд филол.наук. 10.02.19. Общее языкознание, социолингвистика, психолингвистика. Краснодар, 1998. 195 с.
- Гвишиани Н. Б.* Метаязык // Большой энциклопедический словарь. Языкознание. М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. С. 297-298.
- Лексические трудности русского языка: словарь-справочник: ок. 13000 слов / А.А. Семенюк (руководитель автор. коллектива), И. Л. Городецкая, М. А. Матюшина и др. М.: Рус. яз., 1994. с. 436.
- Никифоров А. И.* Сказка, ее бытование и носители / В кн.: Капица О. И. Русская народная сказка. М.: 1930. 512 с.
- Пропи В. Я.* Русская сказка. М.: Лабиринт, 2000. 416 с.
- Фатина Н. С.* Метатекстовое толкование слова как элемент структуры художественного текста. Автореф. дис....канд филол. наук. 10.02.04 / Рос. гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена. СПб, 1998. 17 с.
- Bechstein L.* *Das Märchen von den sieben Schwaben*. Rulit [Electronic resource]. – URL: <https://www.rulit.me/books/579257-read-579257-3.html> (accessed 29.01.2023).
- Dirty words pälzisch*. Freiburg im Breisgau: Belchen Verlag GmbH, 2001. 91 S.
- Fodderwestje F.* (2017). Dornrösche un de böse Froschkönisch... un annere grimmische Märjschegeschischde uff Hessisch, die wo lusdisch sin. Frankfurt am Main, Epubli. 272 p.
- Herbst – Hirscht*. Deutsch-bairisch [Electronic resource]. – URL: <https://deutsch-bairisch.de/> (accessed 2.02.2023).
- Knalldepp*. Academic [Electronic resource]. – URL: <https://bavarian.deacademic.com/searchall.php?SWord=Knalldepp&from=de&to=xx&did=bavarian&stype=> (accessed 2.02.2023).
- Lauerer T.* (2018). Das tapfere Schneiderlein. *Die schönsten Grimms Märchen auf Bairisch*. S. 68-79.
- Lauerer T.* (2018). Hansel und Gretel. *Die schönsten Grimms Märchen auf Bairisch*. S.34-43.
- Lauerer T.* (2018). Tischlein, deck dich. *Die schönsten Grimms Märchen auf Bairisch*. S.80-94.
- Lauerer T.* (2018). Schneewittchen. *Die schönsten Grimms Märchen auf Bairisch*. S.8-20.

References

- Alexandrov O. A.* (2022). Folk-colloquial speech of Russian Germans in the Tomsk region at the level of sociolect and idelect: aspects of descriptive and perceptual dialectology. PhD Dissertation Abstract. Tomsk. 42 p. (in Russian)
- Antonova N. A.* (2009). On the concepts of equivalence of translation of a literary text. *Family. State. Society*: collection of scientific articles: 19-20. (in Russian)

- Bechstein L. *Das Märchen von den sieben Schwaben*. Rulit [Electronic resource]. – URL: <https://www.rulit.me/books/579257-read-579257-3.html> (accessed 29.01.2023).
- Dirty words pälzisch*. Freiburg im Breisgau: Belchen Verlag GmbH, 2001. 91 S.
- Fatina N. S. (1998). Metatextual interpretation of words as an element of the structure of a literary text. PhD Dissertation Abstract. St. Petersburg. 17 p. (in Russian)
- Fodderwestje F. (2017). Dornrösche un de böse Froschkönisch... un annere grimmische Märjschegegeschischde uff Hessisch, die wo lusdisch sin. Frankfurt am Main, Epubli. 272 p.
- Herbst – Hirscht. Deutsch-bairisch [Electronic resource]. – URL: <https://deutsch-bairisch.de/> (accessed 2.02.2023).
- Gvishiani N. B. (1998). Interlingua. Big encyclopedic dictionary. Linguistics. Moscow, the Great Russian Encyclopedia. pp. 297-298. (in Russian)
- Knalldepp. Academic [Electronic resource]. – URL: <https://bavarian.deacademic.com/searchall.php?SWord=Knalldepp&from=de&to=xx&did=bavarian&stype=> (accessed 2.02.2023).
- Lauerer T. (2018). Das tapfere Schneiderlein. *Die schönsten Grimms Märchen auf Bairisch*. S. 68-79.
- Lauerer T. (2018). Hansel und Gretel. *Die schönsten Grimms Märchen auf Bairisch*. S. 34-43.
- Lauerer T. (2018). Tischlein, deck dich. *Die schönsten Grimms Märchen auf Bairisch*. S. 80-94.
- Lauerer T. (2018). Schneewittchen. *Die schönsten Grimms Märchen auf Bairisch*. S. 8-20.
- Lexical difficulties of the Russian language*. (1994). Moscow, Russian language. 586 p. (in Russian)
- Nikiforov A. I. (1930). Fairy tale, its existence and carriers. In book Kapitsa O. I. Russian folk tale. Moscow, p. 7. (in Russian)
- Propp V. Ya. (2000). Russian fairy tale. Moscow, Labirint. 416 p. (in Russian)
- Volkodav V. A. (1998). Metalanguage aspect of a literary text (based on the material of F.M. Dostoevsky's prose). PhD Dissertation. Krasnodar. 195 p. (in Russian)

Международный информационно-аналитический журнал «Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык»

Заместитель главного редактора по развитию

Н. А. Аксаментова (Иркутск),

И. В. Гладкая (Санкт-Петербург)

Web-администратор:

М. В. Скоробогатова (Иркутск)

Стилистическое редактирование английских текстов:

А. А. Занкова (Уилмингтон)

И. Б. Кривченко (Самара)

Т. Ю. Портнова (Иркутск)

З. И. Трубина (Нижний Тагил)

Литературный редактор

С. Т. Какаулина (Иркутск)

Выпуски электронного журнала регистрируются в ФГУП НТЦ «Информрегистр»

Дата выхода в свет: 18.03.2023

Учредитель журнала – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет гражданской авиации»

Издатель журнала – Иркутский филиал ФГБОУ ВО «МГТУ ГА». Официальный сайт:
<http://if-mstuca.ru/>