



ВОСТОЧНО ЕВРОПЕЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76

#12(76), 2021 часть 3

Восточно Европейский научный журнал
(Санкт-Петербург, Россия)
Журнал зарегистрирован и издается в России
В журнале публикуются статьи по всем
научным направлениям.
Журнал издается на русском, английском и
польском языках.

Статьи принимаются до 30 числа каждого
месяца.

Периодичность: 12 номеров в год.

Формат - A4, цветная печать

Все статьи рецензируются

Бесплатный доступ к электронной версии
журнала.

Редакционная коллегия

Главный редактор - Адам Барчук

Миколай Вишневецки

Шимон Анджеевский

Доминик Маковски

Павел Левандовски

Ученый совет

Адам Новицки (Варшавский университет)

Михал Адамчик (Институт
международных отношений)

Питер Коэн (Принстонский университет)

Матеуш Яблоньски (Краковский
технологический университет имени
Тадеуша Костюшко)

Петр Михалак (Варшавский университет)

Ежи Чарнецкий (Ягеллонский университет)

Колуб Френнен (Тюбингенский
университет)

Бартош Высоцкий (Институт
международных отношений)

Патрик О'Коннелл (Париж IV Сорбонна)

Мацей Качмарчик (Варшавский
университет)

#12(76), 2021 part 3

Eastern European Scientific Journal
(St. Petersburg, Russia)
The journal is registered and published in Russia
The journal publishes articles on all scientific
areas.
The journal is published in Russian, English
and Polish.

Articles are accepted till the 30th day of each
month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal
Editorial

Editor-in-chief - Adam Barczuk

Mikolaj Wisniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Pawel Lewandowski

Scientific council

Adam Nowicki (University of Warsaw)

Michal Adamczyk (Institute of International
Relations)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jablonski (Tadeusz Kosciuszko
Cracow University of Technology)

Piotr Michalak (University of Warsaw)

Jerzy Czarnecki (Jagiellonian University)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Institute of International
Relations)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (University of Warsaw)

Давид Ковалик (Краковский технологический университет им. Тадеуша Костюшко)

Питер Кларквуд (Университетский колледж Лондона)

Игорь Дзедзич (Польская академия наук)

Александр Клиmek (Польская академия наук)

Александр Роговский (Ягеллонский университет)

Кехан Шрайнер (Еврейский университет)

Бартош Мазуркевич (Краковский технологический университет им. Тадеуша Костюшко)

Энтони Маверик (Университет Бар-Илан)

Миколай Жуковский (Варшавский университет)

Матеуш Маршалек (Ягеллонский университет)

Шимон Матысяк (Польская академия наук)

Михал Невядомский (Институт международных отношений)

Главный редактор - Адам Барчук

1000 экземпляров.

Отпечатано в ООО «Логика+»

198320, Санкт-Петербург,

Город Красное Село,

ул. Геологическая,

д. 44, к. 1, литера А

«Восточно Европейский Научный Журнал»

Электронная почта: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>

Dawid Kowalik (Kracow University of Technology named Tadeusz Kościuszko)

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dziedzic (Polish Academy of Sciences)

Alexander Klimek (Polish Academy of Sciences)

Alexander Rogowski (Jagiellonian University)

Kehan Schreiner (Hebrew University)

Bartosz Mazurkiewicz (Tadeusz Kościuszko Cracow University of Technology)

Anthony Maverick (Bar-Ilan University)

Mikołaj Żukowski (University of Warsaw)

Mateusz Marszałek (Jagiellonian University)

Szymon Matysiak (Polish Academy of Sciences)

Michał Niewiadomski (Institute of International Relations)

Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

Printed by Logika + LLC

198320, Region: St. Petersburg,

Locality: Krasnoe Selo Town,

Geologicheskaya 44 Street,

Building 1, Litera A

"East European Scientific Journal"

Email: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Майстренко К.М., Цейтліна А.О. ВПРОВАДЖЕННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ ПОЛІТИКИ ПІД ЧАС ВОЄННИХ КОНФЛІКТІВ: АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ ДЛЯ УКРАЇНИ.....	4
---	---

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Санников Н.А. ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЕЛИНКВЕНТНЫХ ПОДРОСТКОВ, ОТБЫВАЮЩИХ НАКАЗАНИЕ В ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ КОЛОНИИ ДЛЯ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ	9
--	---

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Чадамба Н.Д., Тулуш В.П. АНАЛИЗ ДЕНДРОФЛОРЫ ПОСЕЛКА БАЙ-ХААК ТАНДИНСКОГО РАЙОНА	13
---	----

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аносов А.В., Патрина Т.А. РАЗРАБОТКА РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ СТАТУСА ЗАВИСИМОСТЕЙ ЗАДАЧИ В SMARTSHEET.....	22
---	----

Ермаков П.Г., Гоголев А.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СХЕМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ БЕСПЛАТФОРМЕННЫХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	25
---	----

Волосатова Т.М., Киселев И.А., Князева С.В. МНОГОПОТОЧНАЯ ОБРАБОТКА В POSIX СТАНДАРТЕ.....	37
--	----

Єманов В.В., Коханенко В.Б., Мануйлов В.М., Споришев К.О. ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕКРАНУ ТА ДЕФЕКТІВ В ШИНІ НА ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЮ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИМИ АВТОМОБІЛЯМИ.....	40
--	----

ПОЛИТИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 351

Maistrenko K.M.

*Candidate of science in public administration,
Associate Professor at the Department of Public Administration
Interregional Academy of Personnel Management*

Tseitlina A.O.

*graduate student of the Department of Public Policy
Educational and Scientific Institute of Public
management and civil service
Taras Shevchenko National University*

IMPLEMENTATION OF COMMUNICATIVE POLICY DURING MILITARY CONFLICTS: ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE FOR UKRAINE

Майстренко Катерина Миколаївна

*кандидат наук з державного управління,
доцент кафедри публічного адміністрування
Міжрегіональної академії управління персоналом*

Цейтіліна Аліна Олегівна

*аспірант кафедри публічної політики
Навчально-наукового інституту публічного
управління та державної служби
КНУ імені Тараса Шевченка*

ВПРОВАДЖЕННЯ КОМУНІКАТИВНОЇ ПОЛІТИКИ ПІД ЧАС ВОЄННИХ КОНФЛІКТІВ: АНАЛІЗ ЗАРУБІЖНОГО ДОСВІДУ ДЛЯ УКРАЇНИ

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.209](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.209)

Summary. The article summarizes and analyzes the experience of implementing communication policy during military conflicts in foreign countries. The authors note that today communications are playing an increasingly important role in resolving armed conflicts. It is proved that the strategic formation of communication policy contributes to the optimal functioning of modern Ukrainian society, improving the national security system of Ukrainian society, the possibility of deoccupation and reintegration of the population of eastern Ukraine in the Ukrainian-Russian military conflict, ensuring sustainable development of the Ukrainian state. tactics of safe development of domestic society. It is concluded that a single state institution should be created in Ukraine, which would have a full range of communication tools sufficient for confrontation in modern military conflicts. It was stressed that this would significantly increase the importance of adequate assessment of the military-political situation, timely detection of military threats, as well as consolidate the areas of public administration and coordination of actions of public authorities in the conflict in eastern Ukraine.

Анотація. У статті наведено узагальнення та аналіз досвіду впровадження комунікативної політики під час воєнних конфліктів у зарубіжних країнах. Авторами зазначено, що сьогодні комунікації грають дедалі більшу роль як у вирішенні збройних конфліктів. Доведено, що стратегічне формування комунікативної політики сприяє забезпеченню оптимального функціонування сучасного українського соціуму, вдосконаленню системи національної безпеки українського суспільства, можливості деокупації та реінтеграції населення Сходу України в умовах українсько-російського воєнного конфлікту, забезпечення сталого розвитку української держави в умовах трансформацій, вибору оптимальної стратегії й тактики безпечного розвитку вітчизняного суспільства. Зроблено висновок про те, що в Україні має бути створено єдину державну інституцію, яка б володіла повним спектром комунікативних інструментів, достатніх для протиборства в сучасних воєнних конфліктах. Наголошено, що це значно підвищило б важливість адекватної оцінки воєнно-політичної обстановки, своєчасне виявлення воєнних загроз, а також консолідувало напрями державного управління й координації дій державних органів влади щодо конфлікту на Сході України.

Key words: *communication policy, communication, military conflict, strategy, security, reintegration, deoccupation, sustainable development.*

Ключові слова: *комунікативна політика, комунікація, воєнний конфлікт, стратегія, безпека, реінтеграція, деокупація, сталий розвиток.*

Постановка проблеми. Початок ХХІ століття ознаменувався глобалізацією інформаційних процесів і широтою інформаційних потоків,

стрімким розвитком і посиленням впливу на аудиторію телекомунікаційних мереж. Ці фактори спонукали вчених стверджувати, що індустріальне

суспільство, де виробництво відіграло провідну роль, для формування думки суспільства сфера масової комунікації є пріоритетною. Вже зараз інформаційно-комунікаційні технології стали найпотужнішою продуктивною силою: наприклад, сьогодні 90% капіталу переходить за допомогою електронного зв'язку, а потенціал деяких інформаційних корпорацій більший, ніж у окремих країн світу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Особливого значення аналізованої проблематики мають теоретичні положення та висновки у сфері формування політичної комунікації, масово-комунікаційних процесів, механізмів і результатів їхнього впливу свідомість людей що містяться у наукових працях А. Дугіна [4], В. Кротюка [1], Є. Старокопя [1], Г. Почепцова [3], К. Пашаєвої [9], О. Рибак [7] та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Цілком очевидно, що сучасна вітчизняна наука потребує міждисциплінарного наукового дослідження щодо впровадження комунікативної політики під час воєнних конфліктів у зарубіжних країнах. Такий запит зумовлений, з одного боку, потребами пов'язаними з необхідністю забезпечення оптимального функціонування сучасного українського соціуму, а з іншого – вдосконалення системи національної безпеки українського суспільства у різних вимірах, зокрема можливості деокупації та подальшої реінтеграції населення Сходу України в умовах українсько-російського воєнного конфлікту, забезпечення сталого розвитку української держави в умовах трансформацій, вибору оптимальної стратегії й тактики безпечного розвитку вітчизняного суспільства.

Ціль статті. Узагальнення та аналіз досвіду впровадження комунікативної політики під час воєнних конфліктів у зарубіжних країнах.

Виклад основного матеріалу. Питання комунікативного впливу є центральними у сучасному світі. Це і кризові комунікації, і реклама, і виборчі технології, і різні проблеми, що стосуються військової сфери.

Як зазначають автори монографії “Війни інформаційної епохи: міждисциплінарний дискурс” В. Кротюк та Є. Старокопя: “розмаїття можливих інструментів впливу призводить до того, що держава-агресор оточує противника роєм нібито не пов'язаних одна з одною дій: провокацій, дезінформації, дипломатичних демаршів, дій різноманітних фондів, комітетів, авторитетних лідерів, рухів, телеканалів, інтернет-сайтів тощо. Але насправді ці дії виявляються добре узгодженими між собою на основі єдиної стратегічної концепції. Це не лише збільшує силу впливів за рахунок координації, а й сприяє забезпеченню їх раптовості та складності організації протидії, оскільки протистояти комплексним системним комунікативним впливам з усіх боків може лише добре підготовлена в інтелектуальному плані державницька еліта. В

умовах мережевих війн такі фундаментальні державні інститути, як збройні сили, не спроможні діяти ефективно, оскільки не мають інструментів для протистояння, адекватних характеру дій противника” [1, с.19].

Звичайно, в першу чергу йдеться про технічні засоби передачі повідомлень, але при цьому не знімається з порядку денного і змістовна сторона впливу, реалізована, наприклад, у варіанті психологічних операцій.

У наш час навіть виникнення таких понять як “інформаційна війна”, “медіа-агресія”, “інформаційна безпека”, “комунікативна політика”, “комунікативна стратегія” свідчить не тільки про тісний зв'язок мас-медіа з конфліктними ситуаціями, а й про те, що в збройних конфліктах сучасності комунікативна боротьба не менш важлива, ніж безпосередньо військові дії. Якщо донедавна війна впливала здебільшого на інформаційну сферу, зокрема, на журналістику, то останнім часом спостерігається зворотний зв'язок, причому як на макро-, так і на мікрорівні.

Зміни у інформаційно-військовій сфері належить до часів В'єтнамської війни. Американські військові неодноразово стверджували, що причиною їхньої поразки (у в'єтнамській війні) стала не так допомога СРСР і мужність в'єтнамців, як негативна позиція “своїх” засобів масової інформації (далі –ЗМІ). Тоді ж було визнано необхідною наявність “інформаційної та морально-психологічної готовності до забезпечення бойових дій” [2]. Формувати за допомогою комунікативної політики громадську думку таким чином, щоб будь-які воєнні дії знаходили підтримку серед власного населення та загалом у більшості населення світу. Методи мало відрізняються від звичайних прийомів “public relations”. Це створення кількісної та якісної переваги власної точки зору у ЗМІ, запровадження стійких асоціацій, схем, міфів, які відповідають інтересам організатора інформаційно-пропагандистської кампанії.

Нині комунікації грають дедалі більшу роль як у вирішенні збройних конфліктів. Дослідник інформаційних процесів Г. Почепцов у праці “Сучасні інформаційні війни” наголошує: “що сьогодні у розвинених державах будь-яка дія неможлива без відповідної інформаційної підготовки. Війни мають виглядати справедливими, ворог – найжорстокішим, власні воїни – справжніми героями. Сучасні війни – це насамперед озброєні політичні демонстрації. І демонстративний момент у них не менш важливий, ніж саме момент застосування зброї. Взагалі, пропаганда спрацьовує лише тоді, коли люди ходять “по коліна” у пропаганді. Комунікації стали третьою стороною майже кожного збройного конфлікту, і від того, яку сторону ЗМІ схильні підтримати, значною мірою залежить його результат” [3].

Вчені, які досліджують вплив комунікативної політики на перебіг сучасних збройних конфліктів,



зазначають: “політичні, ідеологічні та геополітичні погляди формуються у значної частини суспільства виключно на основі телекомунікацій. Медіа-образ фактично є синтезом, у якому зосереджено відразу кілька підходів – етнічний, культурний, ідеологічний, політичний. Інформаційний репортаж з якоїсь гарячої точки, про яку нічого не відомо, наприклад, мешканцю Капітолію, має за найкоротший час подати географічний, історичний, релігійний, економічний, культурний, етнічний профіль регіону, а також розставити акценти відповідно до вузько заданої політичної мети. Таким чином, комунікації у суспільстві грають не суто допоміжну роль, як раніше, але стають потужним самостійним чинником, здатним робити сильний вплив на історичної долі народів” [4].

Так, наприклад, комунікативна політика останніх військових кампаній США у Югославії та Іраку стало темою окремих досліджень. Початку військових дій завжди передували потужні інформаційні кампанії, метою яких, перш за все, була дискредитація супротивника, створення образу ворога. Основний етап комунікативної стратегії (як свідчить досвід операцій в Іраку та Югославії) полягає у демонстрації переваг американської зброї, приховуванні власних втрат, перебільшенні шкоди, заподіяної ворожій армії, військово-промисловим об’єктам та засобам комунікації, у тому числі теле- та радіостанціям противника. При цьому таку інформацію розповсюджують через контрольовані військовими прес-центри. Дослідники зазначають, що “на початку кампанії завжди потрібні великі ресурси, щоб встигнути швидко сформувати у суспільній свідомості потрібний стереотип. А зламати стереотип, що сформувався, практично неможливо” [5].

Слід також наголосити, що ситуацію із сербами у Косові почали розкручувати з кадрів, знятих у 1992 році англійською компанією “ITN”. Саме на них посилався Б. Клінтон у своїх передвиборних промовах. Ці кадри демонстрували концентраційний табір, оскільки людину показували за колючим дротом. Як виявилось пізніше, навколо табору взагалі не було колючого дроту. Проте журналісти знайшли у таборі будинок, у якому було вікно з дротом, та зняли зсередини албанця. Згодом визначили дві цільові аудиторії для впливу на американське населення: жінок та євреїв [6]. Дослідження встановили, що саме на ці групи найкраще надсилати таку інформацію, щоб створити враження появи у Європі “нових нацистів”. Внаслідок цієї інформаційної кампанії з’явилися “погані серби” та “хороші албанці”. При цьому, інформацію сербської сторони західні ЗМІ практично повністю ігнорували.

Слід зазначити, що подібне маніпулювання інформацією практикується дуже часто. Наприклад, війну у Перській Затоці обслуговували спеціальні організації, що займаються “public relations”. Перед ними було поставлено завдання:

виправдати участь США у військових діях. На слуханнях у Конгресі кувейтська дівчинка з подробицями розповідала, як іракські солдати виносили немовлят і клали їх на бетон в одній із лікарень. Розповідь справила необхідне враження. Але, як виявилось пізніше, дівчинка, яку спеціально підготували до виступу, навчивши її на кількох уроках акторської майстерності, не була учасницею тих подій, оскільки була донькою посла Кувейту США і належала до королівської родини [7].

Можна відзначити два напрями комунікативної політики, які завжди супроводжують бойові дії американської армії: оперативне інформування ЗМІ у необхідному контексті, надання всілякої допомоги журналістам і водночас жорстка боротьба з витоком негативної інформації та серйозний тиск на тих, хто її поширює. Загалом можна відзначити, що інформаційний аспект цих конфліктів був спланований не менш старанно, ніж військовий.

Зауважимо, що під час бомбардування Югославії ударам по сербським телекомунікаційним об’єктам війська НАТО приділили більшу увагу, ніж руйнації військово-стратегічних об’єктів. Значну увагу Північноатлантичний альянс приділив формуванню суспільної думки й у сусідніх із Югославією східноєвропейських країнах. Наприклад, інформаційний центр НАТО в Україні кілька разів організував поїздки українських журналістів (як із центральних, так і з регіональних мас-медіа) до Косова після того, як туди було введено війська Альянсу. В результаті склалася парадоксальна ситуація: населення України загалом негативно сприйняло дії НАТО проти Югославії, а подача матеріалів до місцевих ЗМІ після введення військ Альянсу в Косово була здебільшого нейтральною або навіть позитивно відображала перебіг подій у країні [8].

Боротьба на інформаційному полі є не менш важливою, ніж безпосередні бойові дії. Так, наприклад, під час конфлікту в Дагестані влітку 1999 року російські спецслужби приділили велику увагу ліквідації в Інтернеті сайту Мовлади М. Удугова “Кавказ-центр”. До речі, прийнято вважати, що з перемоги у російсько-чеченській війні 1994-96 років М. Удугов зробив не менше, ніж польові командири: спочатку він виграв інформаційну війну з Росією (створив вигідний імідж Чечні), а вже потім перемогу фактично отримали і в бойових діях. Саме після цього аналітики стали стверджувати, що війна на Кавказі – це насамперед стратегічна комунікативна політика [9].

Цікаво, що Росія зробила висновки з першої чеченської кампанії, і в 1999-2000 роках було розроблено комунікативну політику, яка змінила ситуацію в інформаційному просторі на свою користь. У внутрішніх, громадянських, конфліктах бої за кошти комунікації (зокрема телецентри) взагалі мають вирішальне значення, про що

свідчать деякі події на пострадянському просторі: бої за телецентр у Москві в жовтні 1993 року, штурм вільнюського телецентру у 1991 році. До речі, основним методом внутрішньополітичної боротьби у розвинених державах давно стали так звані “комунікаційні та інформаційні війни”. Це дає привід футурологам прогнозувати, що у майбутньому “Комунікаційні центри” зможуть замінити політичні партії. Глобалізація інформаційної сфери призводить до влади не наддержави, а транснаціональні медіа-імперії, які створюють реальність під себе та маніпулюють свідомістю мас на власний розсуд. Чимало дослідників говорить про негативний вплив мас-медіа (особливо електронних) на реципієнта.

Експерти стверджують: якщо традиційний тероризм не загрожував суспільству як цілісній системі, то високотехнологічний тероризм нової епохи цілком може спровокувати кризу держави з розвинутою інфраструктурою інформаційного суспільства (що, наприклад, фактично сталося у США після відомих терактів 11 вересня 2001 року) [1].

Німецький і американський філософ та соціолог, Г. Маркузе зазначав: “відключення телебачення та інших електронних засобів комунікації могло б дати поштовх до початку того, чого не змогли привести докорінні протиріччя капіталізму – до повної руйнації системи. Тому на порядку денному сьогодні стоять не питання психології чи естетики, а комунікативна стратегія панування” [10].

До речі, образ сучасного революціонера-терориста тісно пов’язаний із комунікаційно-інформаційною сферою, його зображують як щось середнє між хакером і повстанцем: образ людини із ноутбуком із бездротовим модемом – ось стереотип бійця майбутнього. З одного боку, він забезпечує собі “пропагандистський тил”, створюючи віртуальні дискусійні клуби, а з іншого – керує бойовими одиницями за допомогою електронної пошти.

Так, за визнанням спеціалістів, лідерами у веденні негативної комунікаційної політики (кібервійни) зараз є Китай і Росія. Зокрема, Китай звинувачували в організації атак на сайти Сполучених Штатів Америки, Німеччини, Індії. Росія використовує інтернет не тільки для збору інформації, а й для організації масованих комунікативних атак на недружні країни. На думку британського експерта К. Джайлса: “український конфлікт чітко показує, що Росія використовує комунікації як складову або деколи як проміжний елемент набагато ширшого простору кібервійни. Застосування певних технологій в Україні і довкола неї демонструє кульмінацію еволюційного процесу російської теорії і практики інформаційної війни із використанням давно вироблених радянських методів підривної діяльності та дестабілізації, а також оновлених для умов інтернетної епохи” [11].

Висновки та пропозиції. Отже, у зв’язку з цим питання “безпечного поля” комунікативної

політики набуває останнім часом ключового значення. Слід зазначити, якщо держава не зможе увійти у світову інформаційно-комунікаційну мережу як самостійний гравець, то незалежність та суверенітет такої держави опиняться під великим питанням.

Таким чином, має бути створено єдину державну інституцію, яка б володіла повним спектром комунікативних інструментів, достатніх для протиборства в сучасних воєнних конфліктах. Це значно підвищило б важливість адекватної оцінки воєнно-політичної обстановки, своєчасне виявлення воєнних загроз, а також консолідувало напрями державного управління й координації дій державних органів влади щодо конфлікту на Сході України.

Список літератури:

1. Війни інформаційної епохи: міждисциплінарний дискурс: монографія / за ред. В.А. Кротюка. Харків: ФОП Федорко М. Ю., 2021. 558 с.
2. Сорок років падіння Сайгона: факти про війну у В’єтнамі. URL: https://www.bbc.com/ukrainian/politics/2015/04/150430_vietnam_war_facts_vj_saigon_it.
3. Почепцов Г. “Сучасні інформаційні війни”. URL: http://www.experts.in.ua/baza/analitic/index.php?ELEMENT_ID=112800.
4. Dugin A. Political Platonism, Arktos, 2019. URL: <https://newbooksnetwork.com/aleksandr-dugin-political-platonism-the-philosophy-of-politics-arktos-2019>.
5. Історія інформаційно-психологічного протиборства. Я.М.Жарков, Л.Ф.Компанцева, В.В.Остроухов В.М.Петрик, М.М.Присяжнюк, Є.Д.Скулиш; за заг. ред. д.ю.н., проф., засл. юриста України Є.Д.Скулиша. Київ. Наук.-вид. відділ НАСБ України, 2012. 212 с.
6. Інформаційні війни вчора, сьогодні, завтра. URL: <https://subject.com.ua/economic/public/41.html>.
7. Рибак О. Я. Ідея “інформаційної парасольки” у зовнішньополітичній доктрині США. Мат. третьої міжнар. наукової конф. для студентів, аспірантів, науковців “Інноваційний розвиток суспільства за умов крос-культурних взаємодій”. Суми: СОІППО, т.І, Секції №1-2, №3 (сесії 1-2), 2010. С.260-263.
8. Актуальні проблеми міжнародних відносин та зовнішньої політики. Матеріали III Регіональної науково-теоретичної конференції. Львів, 24 березня 2016 року. Львів: НУ ЛП, 2016. с. 126.
9. Пашаєва К. Ф. Чинники політичної трансформації країн Південного Кавказу. URL: http://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/science/razo_vi_spec_vcheni_rady/df41051008/diss_PashaevaKF.p df.
10. Професійна освіта в галузі кіно-, телемістечтва. Матеріали IV Всеукр. наук.- практ.



конф. (Луганськ, 13 – 14 груд. 2012 р.). Луганськ :
Вид-во ЛДАКМ, 2012. 136 с.

11. Keir Giles. The Next Phase of Russian
Information Warfare. Riga : NATO Strategic
Communications Centre of Excellence, 2017. 16 p.

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Sannikov N.A.,
assistant of the department of Sociology
North Caucasus Federal University,
Stavropol, Russia*

FACTORS IN THE FORMATION OF SOCIAL NETWORKS OF DELINQUENT ADOLESCENTS SERVING TIME IN A JUVENILE CORRECTIONAL FACILITY

*Санников Никита Александрович,
соискатель кафедры социологии
ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет»,
Ставрополь, Россия*

ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ДЕЛИНКВЕНТНЫХ ПОДРОСТКОВ, ОТБЫВАЮЩИХ НАКАЗАНИЕ В ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ КОЛОНИИ ДЛЯ НЕСОВЕРШЕННОЛЕТНИХ

[DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.210](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.210)

Summary. The article presents the results of a sociological study of the factors of formation of social networks of delinquent adolescents serving time in a juvenile correctional facility. The research was carried out using a constellation of quantitative and qualitative sociological methods, and was implemented based on socio-network analysis. Analysis of materials and results of the study confirms the feasibility and effectiveness of the network methodology in the analysis of social structures of closed type. The conclusion of the work contains the main conclusions and results of the study.

Аннотация. В статье приводятся результаты социологического исследования факторов формирования социальных сетей делинквентных подростков, отбывающих наказание в воспитательной колонии для несовершеннолетних. Исследование выполнено с помощью констелляции количественных и качественных социологических методов, и реализовано на основе социально-сетевого анализа. Анализ материалов и результатов исследования подтверждает целесообразность и эффективность применения сетевой методологии при анализе социальных структур закрытого типа. В заключении работы приводятся основные выводы и результаты проведенного исследования.

Key words: social networks, delinquent adolescents, penitentiary institution, educational colony, social network analysis.

Ключевые слова: социальные сети, делинквентные подростки, пенитенциарное учреждение, воспитательная колония, социально-сетевого анализ.

В последние годы динамика подростковой преступности демонстрирует угрожающую динамику. Эта тенденция характерна не только для России, но и для многих других стран. На формирование криминальной личности в подростковом возрасте оказывают влияние многие факторы, среди которых влияние семьи, школы, сверстников, СМИ и многое другое. Представители социальных наук, а также эксперты в сфере криминалистики полагают, что на склонность подростков к совершению преступлений оказывают влияние, прежде всего, структура социальных взаимодействий подростка [7]. Чаще всего такие горизонтально упорядоченные структуры называют социальными сетями.

Социальные сети представляют собой пространство взаимодействий статусов и ролей индивидуальных и коллективных акторов, связанных между собой географическими, экономическими, родственными или социальными связями. Я. Морено исследовал сети с позиции взаимодействия различных «социальных атомов», что способствовало установлению достаточно четких различий между ядром и периферией

конкретной социальной сети [5]. Под социальными сетями часто понимают систему индивидуальных и коллективных акторов, которые соединены между собой различными типами взаимодействия, к которым можно отнести профессиональные, личные и многие другие [2].

Акторами социальных сетей могут являться отдельные индивиды, социальные группы, профессиональные организации или даже отдельные государства. В данном случае под акторами социальной сети понимаются несовершеннолетние подростки, склонные к совершению правонарушений.

По мнению многих отечественных и зарубежных исследователей и практиков, изучение социальных сетей делинквентных подростков является важным условием для разработки программ ресоциализации несовершеннолетних правонарушителей [3]. Под делинквентным поведением в данном случае понимаются асоциальные и противоправные действия, нарушающие общепринятые общественные и правовые нормы [8].

Изучение социальных сетей делинквентных подростков является весьма перспективным с позиций выявления факторов их формирования и вовлечения в деструктивные сети новых участников. Целью данной статьи является представление материалов и результатов эмпирического исследования социальных сетей делинквентных подростков, отбывающих наказание в воспитательной колонии для несовершеннолетних.

Объектом исследования явились сети социального взаимодействия подростков, отбывающих наказание в Пермской воспитательной колонии для несовершеннолетних. Всего в ходе исследования, проведенного с помощью индивидуального полуструктурированного интервью было опрошено 134 подростка в возрасте от 14 до 17 лет. В данном исследовании была применена целевая выборка. Методологической основой явился социально-сетевой анализ. Указанная методология позволяет определять не только явные, но и латентные свойства сложных сетевых структур, к которым относятся и социальные сети несовершеннолетних нарушителей закона [4].

Сложность подобных исследований заключается как в труднодоступности объекта изучения, так и в закрытости и жесткой иерархичности структур, подобных сетям несовершеннолетних заключенных. Воспитательная колония, в условиях которой подростки отбывают наказание, представляет собой особую социальную среду взаимодействия воспитанников и персонала, в которой доминирующую роль зачастую играют неформальные нормы и правила, устанавливаемые самими правонарушителями [6]. Применение в качестве основной исследовательской методологии социально-сетевого анализа позволяет достаточно успешно преодолевать названные трудности и ограничения.

Первым этапом изучения социальных сетей несовершеннолетних заключенных явилось выявление и характеристика их социального портрета. Социальный портрет представляет собой обобщенные социально-демографические и психологические особенности и характеристики подростка, позволяющие охарактеризовать всю социальную группу в целом [1]. Данные проведенного исследования показывают, что до того, как попасть в воспитательную колонию для несовершеннолетних 60,2% участников исследования уже привлекались к различным видам ответственности. Из них 63,8% респондентов и ранее привлекались к уголовной ответственности. К административной ответственности до попадания в воспитательную колонию для несовершеннолетних привлекались 31,0% респондентов. Еще 5,2% подростков до попадания в колонию были подвержены различным мерам общественного воздействия.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что подростковая преступность имеет устойчивую тенденцию к самовоспроизводству, а условия воспитательной колонии не в полной мере способствуют ресоциализации личности несовершеннолетнего правонарушителя. Этот вывод подтверждается и тем, что 72,6% респондентов до попадания в колонию имели приводы в полицию.

Для построения социальных сетей важным показателем является наличие у подростка друзей внутри воспитательной колонии. Отвечая на данный вопрос, 53,7% респондентов отметили, что у них есть друзья среди других воспитанников колонии. Отрицательно ответили 46,3% участников исследования. Последнее является достаточно тревожным показателем, характеризующим высокий уровень замкнутости подростков и отсутствие развитых социальных связей внутри воспитательного учреждения.

Характеризуя поведенческие стороны социального портрета несовершеннолетних воспитанников колонии, необходимо заметить, что 23,2% респондентов отметили, что в колонии существуют определенные нормы и правила, которые устанавливаются неформальными лидерами подростковой среды. Здесь же необходимо заметить, что 40,4% участников исследования указали, что среди других воспитанников есть ребята, которые вызывают у них неприязнь. Представляется, что данный факт также является косвенным подтверждением того, что социально-психологическая среда воспитательной колонии для несовершеннолетних не способствует процессу успешной ресоциализации делинквентных подростков.

Пятая часть участников исследования (21,1%) указали, что между воспитанниками колонии достаточно часто случаются различные конфликты. О том, что конфликты бывают между воспитанниками и сотрудниками колонии сказали 7,4% респондентов. И 71,6% респондентов отметили, что не знают о случаях конфликтов в воспитательной колонии.

На территории Пермской воспитательной колонии для несовершеннолетних функционирует общеобразовательная школа. Более половины участников исследования (60,2%) отметили, что в учебе у них преобладают удовлетворительные оценки. Треть респондентов (35,2%) указали, что в школе учатся преимущественно на четверки. И лишь 4,5% воспитанников колонии для несовершеннолетних, принявших участие в исследовании, указали, что учатся преимущественно на пятерки.

До заключения в колонию 77,4% респондентов проживали в городах и только 22,6% - в сельской местности. Таким образом, можно говорить о том, что подростковая преступность имеет в большинстве своем городской характер. Меры дисциплинарного характера в воспитательной колонии применялись к 13,8% подростков,

отбывающих наказание. О том, что к ним подобные меры не применялись указали 86,2% участников исследования.

На совершение нового преступления большинство подростков могут пойти только в случае угрозы безопасности для их близких. Такова субъективная оценка 86,4% респондентов.

Интересно, что при возникновении кризисной ситуации в жизни подростка, находящегося в условиях воспитательной колонии для несовершеннолетних, 65,2% респондентов указали, что обратились бы за помощью к своим родителям. К друзьям за пределами колонии обратились бы 16,9% участников исследования. Еще 9,0% респондентов в кризисной ситуации предпочитают обращаться за помощью к сотрудникам воспитательной колонии для несовершеннолетних. Столько же респондентов предпочитают искать поддержки у друзей внутри воспитательного учреждения. При этом, лишь 10,2% подростков, отбывающих наказание в условиях воспитательной колонии для несовершеннолетних, указали, что в стенах учреждения у них много близких друзей среди других воспитанников.

Далее в ходе стандартизированного интервью подросткам, отбывающим наказание в воспитательной колонии для несовершеннолетних было предложено определить, сколько в их окружении людей, которых можно было просить о помощи в случае возникновения подобной необходимости. В среднем по выборке у воспитанников колонии для несовершеннолетних число таких людей составляет 2 человека. Максимальное значение данного показателя составило 8, минимальное – 0.

Уровень доверия является одним из ключевых показателей в анализе социальных сетей [9]. В проведенном исследовании респондентам задавался вопрос о том, скольким воспитанникам из своего отряда они полностью доверяют. Среднее значение этого показателя составила 2,8. Наиболее часто подростки, участвовавшие в исследовании, называли одного человека. Наибольшее значение анализируемого показателя составило 8 человек. Сети доверия у делинквентных подростков складываются, в основном, из близких родственников и друзей за пределами воспитательной колонии.

Представленные данные говорят о том, что уровень доверия в сетях делинквентных подростков является весьма невысоким, что не сказывается положительно на особенностях их функционирования и качестве социального капитала внутри сетевых образований, функционирующих в учреждениях закрытого типа.

О качестве и характеристиках межличностных взаимодействий между подростками внутри воспитательной колонии можно судить по количеству людей, с которыми другим воспитанникам легко и приятно общаться. Среднее значение этого показателя составляет 7,4. Чаще всего респонденты указывали 5 человек.

Максимальное значение исследуемого показателя составила 12 человек.

Заслуживающей внимания является выявленная в ходе исследования тенденция, согласно которой роль родителей воспитанников колонии в выстраивании отношений между администрацией воспитательного учреждения и подростком, является определяющей. Именно родители воспитанников колонии для несовершеннолетних играют наиболее значимую роль в формировании социальных взаимодействий подростка. В эгоцентричной сети каждого отдельного воспитанника также родители, чаще всего мать, является наиболее доверительным членом персональной сетевой структуры.

Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о том, что в настоящее время усиливается интерес к сетевой методологии в рамках исследования формирования сетевых структур закрытого типа.

Акторами социальных сетей подростков, отбывающих наказание за совершенные преступления в воспитательной колонии для несовершеннолетних, являются как единичные участники сети, так и коллективные агенты. Социальные сети делинквентных подростков состоят из индивидуальных или коллективных акторов, отношений и взаимодействий между ними, а также ресурсов, обмен которыми протекает внутри подобных закрытых сетевых структур.

Особенности тотальных социальных институтов, к которым относится пенитенциарная система, определяют типичные свойства социальных сетей несовершеннолетних осужденных к лишению свободы. К важнейшим из таких свойств относятся четкие границы таких сетей, замкнутость и количественные ограничения на участие в них.

Сетевые структуры, формирующиеся в условиях пенитенциарных учреждений для несовершеннолетних подростков, детерминируют типичные стратегии социального поведения конкретного подростка в воспитательной колонии.

Анализ материалов и результатов проведенного исследования показывает, что к основным факторам формирования социальных сетей делинквентных подростков, отбывающих наказание в воспитательной колонии для несовершеннолетних, относятся социально-демографические характеристики самих подростков, уровень и степень интенсивности индивидуальных и коллективных взаимодействий внутри колонии, характер и тяжесть наказания подростка за совершенное преступление и количество близких родственников, которые продолжают общаться с воспитанником из-за пределов пенитенциарного учреждения.

Список литературы:

1. Ахтямова О. В. Социальный портрет сирот // Казанский мед.ж. – 2004. – №2. – С 147.

2. Веселкин, Е. Понятие социальной сети в британской социальной антропологии // Концепции зарубежной этнологии. – М., 1976.
3. Дорошенко, О.М. Реализация полицией полномочий по выявлению и пресечению правонарушений несовершеннолетних // Полицейская и следственная деятельность. – 2016. – № 2. – С. 6-12.
4. Куркина, Е.С., Князева, Е.Н., Куретова, Е.Д. Циклическая динамика развития Мир-Системы // Сложные системы. – 2013. – № 3(8). – С. 4-50.
5. Морено, Я. Социометрия: экспериментальный метод и наука об обществе. – М., 2001.
6. Ощепков, А.Л. Некоторые дискуссионные вопросы преобразования воспитательных колоний в воспитательные центры для несовершеннолетних правонарушителей // Вестник ЮУрГУ. Серия: Право. – 2012. – №43 (302). – С. 62.
7. Пудовочкин, Ю.Е. Вовлечение несовершеннолетнего в совершение преступления: новые решения и новые проблемы // Вестник института: преступление, наказание, исправление. – 2012. – № 19.
8. Ральникова, И.А., Жизненные перспективы личности: риски воспроизводства девиантного поведения / И.А. Ральникова, О.С. Гурова, Е.А. Иполитова – Барнаул, 2012. – 286 с.
9. Lewis K., Papachristos, A. V Rules of the game: Exponential random graph models of a gang homicide network. In: Social Forces. 2021; Vol. 98. pp. 1829-1858

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 630(075.8)

*Chadamba Nadezhda Dondupovna**Senior lecturer,
Tuva State University,
Russia**Tulush Valentina Pavlovna**Senior Lecturer,
Tuva State University,
Russia*

ANALYSIS OF THE DENDROFLORA OF THE VILLAGE OF BAY-KHAAK OF THE TANDINSKY DISTRICT

*Чадамба Надежда Дондуповна**старший преподаватель,
Тувинский государственный университет,
Россия**Тулущ Валентина Павловна**старший преподаватель,
Тувинский государственный университет,
Россия*

АНАЛИЗ ДЕНДРОФЛОРЫ ПОСЕЛКА БАЙ-ХААК ТАНДИНСКОГО РАЙОНА

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.211](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.211)

Аннотация. В статье приведены данные результатов исследований видового состава дендрофлоры поселка Бай-Хаак Тандинского района Тувы. На территории данного поселка произрастают разнообразные виды древесных растений и кустарников, причем различного происхождения. В результате комплексного анализа представлен подробный таксономический, систематический, биоморфологический, географический анализы древесно-кустарниковой растительности. Полученные материалы имеют практическое значение для разработки благоустройства улиц поселка, а также пути повышения состояния и сохранения разнообразия имеющих древесно-кустарниковых растений. Впервые в поселке Бай-Хаак проделана исследовательская работа по выявлению видового состава древесно-кустарниковой растительности и их всесторонний анализ.

Summary. The article presents the data of the results of studies of the species composition of the dendroflora of the village of Bay-Khaak of the Tandinsky district of Tuva. Various types of woody plants and shrubs grow on the territory of this village, and of various origins. As a result of the complex analysis, detailed taxonomic, systematic, biomorphological, geographical analyses of tree and shrub vegetation are presented. The materials obtained are of practical importance for the development of the improvement of the streets of the village, as well as ways to improve the condition and preserve the diversity of woody and shrubby plants.

For the first time in the village of Bay-Khaak, a research work was carried out to identify the species composition of tree and shrub vegetation and their comprehensive analysis.

Key words: dendroflora, village, biomorph, stand, shrubs, shrubs, semi-shrubs, decorative.

Ключевые слова: дендрорфлора, поселок, биоморфа, древостой, кустарники, кустарнички, полукустарнички, декоративность.

Почвенно-климатические особенности поселка Бай-Хаак Тандинского района. Территория поселка Бай-Хаак расположена лесостепной зоне Тандинского района, климат которого отличается наибольшей континентальностью: наименьшее количество осадков, наибольшее количество тепла, также его географическим положением, местными условиями и самим горным массивом. Температурный режим в теплую половину года является наиболее благоприятным и позволяет культивировать довольно широкий ассортимент декоративных, зерновых и овощных культур. К летнему сезону следует относить вторую половину мая, июнь, июль, август и первую половину

сентября. Переход от весны к лету плавный, незаметный. Нарастание тепла и осадков продолжается до июля, который является наиболее теплым и наиболее влажным. Максимальная температура во все месяцы лета превышает 30⁰С, достигая в июле 36,9⁰С. Минимальная температура в июле может снижаться до 3 – 6⁰С. Среднегодовое количество осадков составляет 214 – 305 мм, из них в июне-августе выпадает 60 – 65%. Наибольшее количество осадков выпадает в июле. Максимальное количество осадков выпадает в высокогорном поясе, 380-850 мм. Зима начинается в первой половине ноября и удерживается в среднем до начала второй декады апреля.

Котловинный характер рельефа территории при общем преобладании зимой антициклонального режима способствует скоплению холодного воздуха в котловинах и дополнительному его выхолаживанию. Скорость ветра в апреле – мае сильно возрастает и является максимальной в году. Средняя скорость ветра при в максимуме в мае снижается в летние месяцы до 2 м/сек.

Почвы лесостепного пояса – это преимущественно горные черноземы и горно-каштановые. Для лесного пояса характерны различные варианты горно-таежных почв. Наиболее обширна территория, занятая горно-таежными дерновыми неоподзоленными и слабооподзоленными почвами под светлохвойными лиственничными лесами [7. с. 216]. В почвах содержание подвижных форм тяжелых форм металлов находится ниже допустимой концентрации (ПДК). По эколого-токсикологической оценке на почвах этого хозяйства, можно возделывать все сельскохозяйственные культуры. При выборочном радиологическом обследовании участков полей радиационный гамма-фон на поверхности почвы находится в пределах нормы и составляет 10 мкр\ч. Наиболее распространённые почвы: смесь состава: литосоли, черноземы обыкновенные, черноземы обыкновенные языковатые, каштановые. Наименее распространённые почвы: серые лесные глееватые и глеевые, смесь состава: литосоли, палевые типичные, подзолистые [1].

Растительный покров. Основные закономерности распределения растительного покрова окрестности поселка Бай-Хаак подчиняются законам вертикальной поясности. На ее территории хорошо выражены три пояса растительности: степной, лесной и высокогорный. В долине реки представлены различные типы растительности. Наряду с лесами, лугами, степями и болотами встречаются солончаки, которые располагаются на переувлажненных участках террас во всех поясах растительности. Преобладающая часть видов флоры имеют широкие типы ареалов (голарктические и евразийские), что характерно для бореальных флор. Большое число видов с азиатским типом ареала указывает на её тесные связи с флорами горных территорий Южной Сибири, Монголии и Тувы. В составе флоры насчитывается 3 субэндемичный вид [3. с. 380].

Гидрологическая сеть территории Тандинского района относится к водосборным бассейнам реки Дурген и Элегест. Наиболее значительными являются следующие реки: Мажалык, Сой и Каскал. Перечисленные выше реки принимают ряд значительных притоков. Протяженность каждого из них в пределах 10-30 км, ширина русла в нижнем течении 5-10 м. Для рек, протекающих по территории района характерно обилие меандр, обуславливающих высокий коэффициент извилистости. Скорость течения у большинства рек невелика, что

объясняется спокойным характером рельефа на большей части территории. Для реки Дурген характерно сильное промерзание зимой при сохраняющемся слабом грунтовом стоке. К началу весны это приводит к образованию наледей, заполняющих днище долин и частично покрывающих пойму. В реку Дурген впадают несколько небольших ручьев. Уровень грунтовых вод, судя по колодцам в исследуемом участке, находится глубоко 8 – 11 метров. Грунтовые воды пресные. На территории поселка Бай-Хаак имеются двадцать колодцев. По пять колодцев установлены на улицах Комсомольская и Степная, по два колодца находятся в улицах Горького, Садовая, Советская, а по одному колодцу встречаются в улицах Данчай Оюна, Дружба, Комсомольская, Суворова, Шоссейная. Судя по нашим исследованиям, данная территория хорошо обеспечена влагой для роста и развития декоративных, овощных, пропашных, зерновых культур.

Целью наших исследований являлось выявление видовой разнообразия древесно-кустарниковых растений, применяемых для благоустройства поселка Бай-Хаак и его комплексный анализ.

задачи: выявить видовой состав и обилие древесно-кустарниковых растений; провести комплексный анализ дендрофлоры: таксономический, систематический, экологический, биоморфологический и декоративности зеленых насаждений; определить общее состояние древесных растений и кустарников исследуемых объектов.

Объекты и методы исследований. Основу работы составляют материалы исследований древесно-кустарниковой растительности по улицам поселка «Бай-Хаак» Тандинского района, собранные с 2018 по 2020 гг. с детально-маршрутным методом.

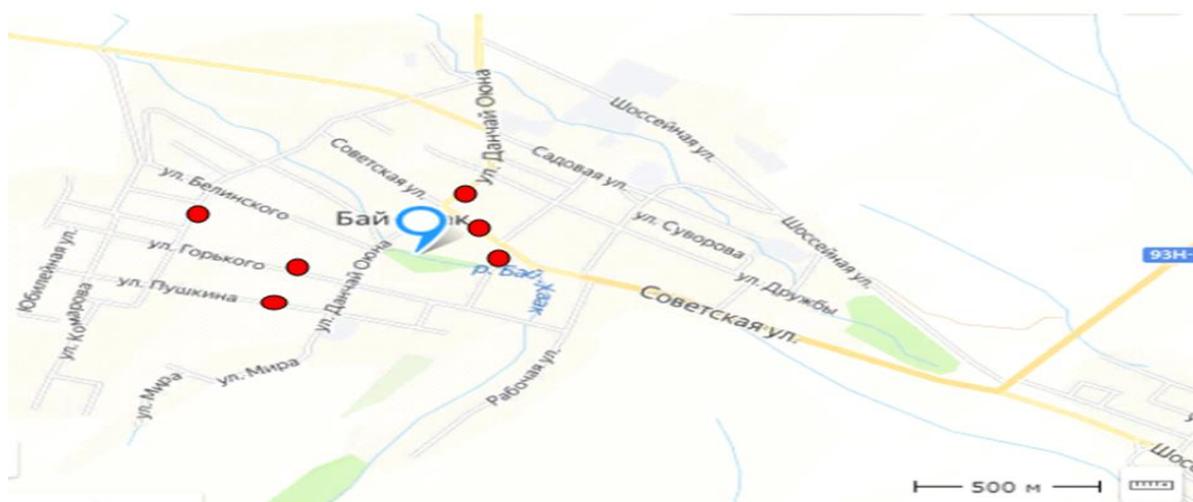
В качестве объектов исследований была выбрана – древесно-кустарниковая группа растений улиц поселка Бай-Хаак, которые имеют научно-просветительское, учебно-познавательное, эстетическое и санитарно-гигиеническое значение. Бай-Хаак – поселок, административный центр района. Основано в 1909 году русскими переселенцами под названием Верхне-Никольское. В годы гражданской войны было важным центром революционного движения [7]. В 1932 году стало центром района.

Площадь территории Тандинского района составляет - 7,8 тыс. км², из них 78,51 км² занимает территория села «Бай-Хаак». Расположено в 78 км к югу от города Кызыла. К селу административно относятся местечки (населённые пункты без статуса поселения) м. Кежик, м. Краснояровка, м. Марачевка, м. Теректиг, м. Ургайлыг, м. Ургайлыг (Верхний Ургайлыг), а также урочище Казанак, участок Урочище Таежка (Нижний Ургайлыг).

На территории села имеются всего 22 улиц, из них обследованы следующие улицы: ул. Горького, ул. Данчай Оюна, ул. Комсомольская, ул. Пушкина,

ул. Советская, и ул. Степная. В остальных уличных сетях проявили монотипные посадки кустарника

черемухи уединенной. Исследованные улицы села показаны на следующем рисунке.



Карта-схема поселка Бай-Хаак с выделением исследуемых улиц [6]

Методы исследований. Исследования проводились детально-маршрутным методом в соответствии с геоботаническим обследованием разной степени детальности. Маршруты планировались с учетом ландшафтно-геоморфологических особенностей района исследования. Материал собирался в течение двух лет с 2018 по 2020 годы. При анализе собранного материала использовались общепринятые методы флористического анализа по Ханминчуну (1980).

Для изучения древесно-кустарниковой растительности используются следующие методы: *маршрутный метод* – обследование древесно-кустарниковой растительности на территории поселка «Бай-Хаак». Обследование начинается с обходом улиц для выявления видового состава и количество древесно-кустарниковых растений применяемых в благоустройстве села. Нами проведены простой числовой метод учета обилия видов по улицам. *Геоботаническое обследование* древостоя основывается на описании пробных площадок, вместо пробных площадок применяются предусмотренные улицы для поселка. *Аналитический метод* – определяются следующие основные спектральные характеристики фитоценоза: видовой состав и количество видов, таксономический, систематический, биоморфологический, экологический и географический анализы или геоструктура и декоративные части древостоя села.

Содержание исследований. Исследования проводились в 2018 – 2020 гг. Для удобства проведения исследования по изучению ботанического состава и проведения спектральной характеристики выбраны шесть улиц с разнообразным видовым составом. К обследованным улицам относятся следующие: Горького, Степная, Комсомольская, Советская, Пушкина, Оюн Данчая. На этих указанных улицах проводили геоботаническое исследование древесно-кустарниковой растительности и видовое

разнообразие. В основу работы положены материалы маршрутных исследований на этих улицах, проведенных автором за период с 2018 по 2020 гг.

Числовые методы учета обилия видов – результаты учета выражаются числом особей или побегов, весом или объемом данного вида. Количество экземпляров растений и их побегов подсчитали по улицам. Для систематизации видового состава травостоя использованы: определитель растений Республики Тыва (2007), наблюдение на одних и тех же улицах повторялись несколько раз за вегетационный сезон; таксономический анализ (для дендрофлоры в целом и отдельно для выделенных фракций). Таксономический анализ проведен по общепризнанной методике [2. с. 706].

Биоморфологическая характеристика. При характеристике биоморфы покрытосеменных и хвойных были применены систематизации И. Г. Серебрякова (1962). Большей известностью у флористов и фитоценологов в нашей стране используется система биоморф, разработанная и созданная И. Г. Серебряковым (1962, 1964) и Т. И. Серебряковой (1972). Она иерархична, в ней применен комплекс наибольшего количества сочетаний в соподчиненной системе и приняты единицы: отделы, типы, классы, подклассы, группы, подгруппы, секции и биоморфа. Именно, биоморфа является ведущей единицей экологической системы растений. Под биоморфой как единицей экологической систематизации И. Г. Серебряков осознает количество зрелых генеративных особей конкретного видообразования в конкретных местах произрастания, обладающих специфическим обликом, охватывая надземные и подземные органы. Им уделены 4 отдела биоморф: *древесные растения*, подключает 3 на подобии – деревья, кусты, кустарнички; *полудревесные* растения, подключает 2 на подобии – полукустарники и

полукустарнички; наземные травянистые растения, подключает 2 на подобии – поликарпические и монокарпические; водные травянистые растения, подключает 2 на подобии – земноводные травы, плавающие и подводные.

При характеристике биоформы растений предусматривается строение надземных побегов (удлиненные, укороченные, ветвящиеся и образующие подушки, ползучие и т. п.), морфология корневой системы (стержнекорневые, кистекорневые, корнеотпрысковые растения и т. п.), подземные побеги (короткие и удлиненные корневища, клубни, столоны, каудексы и т. п.). Предусматривается еще общая продолжительность жизни, и возможность развитию к повторному цветению (монокарпики и поликарпики) и др. Для аборигенных растений определялось отношение к ценотической группе и выявлялась экологическая группа по отношению к условиям увлажнения и к свету [5. с. 703].

Экологическая группа. При анализе дендрофлоры на улицах села Бай-Хаак одним из ведущих экологических условий считается отношение растений к увлажнению. Для экологического анализа была применена общепризнанная классификация экологических групп А. В. Куминовой при анализе флоры горного Алтая (1960). Классификация базируется на

отношении растений к влаге, температуре и механическому составу земли [4. с. 253; 9. с. 121].

Геоструктура проведена по В. М. Ханминчину (1982), в монографии «Флора Южной Тувы». Дан подробный систематический, географический, экологический, биологический характеристики флоры в целом и по типам растительности [9. с. 121].

Результаты исследований. В поселке Бай-Хаак Тандинского района произрастают основные виды древесно-кустарниковых растений, которые встречаются по всей территории Тувы. Основой для комплексного исследования видового состава древесно-кустарниковой растительности является составленный нами флористический состав данной территории.

Почти на всех улицах села наиболее распространенными видами являются ель сибирская, береза повислая и тополь душистый. Второе место по видовому составу занимают шиповник иглистый, сосна обыкновенная, а по единичному экземпляру находятся сосна сибирская и лиственница сибирская. Видом космополитом является черемуха уединенная, встречаются на всех улицах села. Информация о видовом составе и количестве видов древесных и кустарниковых растений приведена на таблице 1.

Таблица 1

Количественное соотношение древостоя улиц поселка «Бай-Хаак»

Название декоративно-древесных растений	Названия улиц						Общее кол-во видов
	Горького	Степная	Советская	Пушкина	Оюн Данчая	Комсомольская	
	Кол-во видов	Кол-во видов	Кол-во видов	Кол-во видов	Кол-во видов	Кол-во видов	
Древесные растения							
<i>Picea bovat</i> Ledeb.	19	16	27	3	68	-	133
<i>Larix sibirica</i> L.	2	-	-	-	-	-	2
<i>Pinus sylvestris</i> L.	-	19	42	-	-	-	61
<i>Pinus sibirica</i> Du Tour	-	-	-	3	-	-	3
<i>Betula pendula</i> L.	20	-	10	-	8	1	39
<i>Ulmus laevis</i> Pall.	-	-	-	-	13	-	13
<i>Populus suaveolens</i> L.	17	-	24	-	14	-	55
Итого	58	35	103	6	103	1	306
Кустарниковые растения							
<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	-	2	16	-	18	10	46
<i>Padus avium</i> Miller	12	4	10	-	2	1	29
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	2	-	1	-	1	1	5
<i>Malus domestica</i> Borkh.	6	-	-	-	-	-	6
<i>Caragana arborescens</i> Lam.	1	-	-	-	-	-	1
<i>Syringa vulgaris</i> L.	1	-	5	-	1	-	7
Итого	22	6	32	-	20	11	94

Среди видов древесных растений лидирует ель сибирская – 133 особей, наибольшее количество их встречаемости отражены на улице Оюна Данчая в количестве 68, из них возле зданий администрации села Бай-Хаак – 33 вида, на территории молодёжного сквера – 30 видов, остальные виды встречаются в частном секторе в количестве 5. Ель сибирская на улице Советская в количестве 27 особей, которые распределены возле зданий Районного суда, детского сада «Золотой ключик», «Тандинской центральной кожаной больницы», памятника. Наименьшее количество ели сибирской – на улице Пушкина, а на улице Комсомольская нет ни единой ели. Лиственницу сибирскую можно встретить на улице Горького в двух экземплярах.

Из кустарниковых растений больше всего шиповник иглистый, наибольшее их скопление на улице Оюна Данчая возле магазина «Ангыр» и кафе «Лакомка». Акация желтая встречается только на улице Горького в фасаде ГКУ «Тандинское лесничество» в единичном экземпляре, так как акация является невлаголюбивым растением, и ее приживаемость оказалась низкой из-за увлажненности почвы на территории села Бай-Хаак.

В результате таксономического анализа дендрофлоры на улицах поселка, выявлено 13 видов древесных и кустарниковых растений, относящихся к 6 семействам и, соответственно, к 12 родам, что отражено на таблице 2.

Таблица 2

Таксономический состав дендрофлоры села Бай-Хаак Тандинского района

Отдел	Общее количество				Доля в процентах, %
	Класс	Семейство	Род	Вид	
<i>Magnoliophyta</i>	1	5	9	9	69,3%
<i>Pinophyta</i>	1	1	3	4	30,7%
Всего		6	12	13	100

Таксономический анализ древостоя показал, что доминирующее положение занимает отдел *Magnoliophyta* – 69,3% от общего количества вида, а на долю отдела *Pinophyta* – (30,7%). Исходя из данных таблицы видно, что больше всего таксонов

имеются в отделе *Magnoliophyta*. Отдел *Pinophyta* имеет однообразный состав таксонов.

Спектр ведущих семейств и родов древесной и кустарниковой растительности улиц села Бай-Хаак Тандинского района представлен на таблице 3.

Таблица 3

Спектр ведущих семейств древесной и кустарниковой растительности

№	Название семейств	Место в спектре	Количество родов	Доля, в %
1.	<i>Rosaceae</i>	1	5	38,5
2.	<i>Pinaceae</i>	2	3	23,07
3.	<i>Betulaceae</i>	3-5	1	9,63
4.	<i>Ulmaceae</i>	3-5	1	9,63
5.	<i>Salicaceae</i>	3-5	1	9,63
6.	<i>Oleaceae</i>	3-5	1	9,63
	Итого	6	13	100

Ведущее положение в спектре древесной и кустарниковой растительности на улицах села Бай-Хаак занимает семейство *Rosaceae*, насчитывающее 5 родов, что составляет 38,5% от общего числа зарегистрированных представителей исследуемой группы растений. Второе место занимает семейство *Pinaceae*, насчитывающее 3 рода - (23,07%). Эти два семейства занимают

лидирующие позиции, что в целом характерно для Сибирского федерального округа (СФО), с континентальным климатом. Остальные три семейства имеют монотипные роды.

Систематический анализ ведущих семейств с видовым составом древесной и кустарниковой растительности села Бай-Хаак отражен на таблице 4.

Таблица 4

Систематический анализ распространённых семейств древесной и кустарниковой растительности посёлка Бай-Хаак

№ п/п	Название семейств	Количество видов	Доля в процентах, %
1.	<i>Rosaceae</i>	5	38,5
2.	<i>Pinaceae</i>	4	30,7
3.	<i>Ulmaceae</i>	1	7,7
4.	<i>Betulaceae</i>	1	7,7
5.	<i>Salicaceae</i>	1	7,7
6.	<i>Oleaceae</i>	1	7,7
	Всего	13	100

Доминирующее положение занимают семейства *Rosaceae* и *Pinaceae*, которые составляют в процентном соотношении – 69,2%, соответственно от общего числа видов. Остальные четыре семейства являются преимущественно олиготипными.

В ходе исследования древесной и кустарниковой растительности посёлка Бай-Хаак нами были выявлены 4 экологических группы по отношению к увлажнению субстрата или почвенной влаге. Информация дана на таблице 5, где расписаны экологические группы растений по отношению к увлажнению субстрата.

Таблица 5

Экологические группы растений по отношению к увлажнению субстрата

№ п/п	Экологическая группа растений	Абсолютное число видов	Доля в процентах, %
1.	Ксерофиты	5	38,4
2.	Мезофиты	5	38,4
3.	Мезоксерофиты	2	15,3
4.	Мезогигрофиты	1	7,9
	Всего	13	100

Лидирующее положение занимают мезофиты и ксерофиты, которые занимают по 38,4% от общего числа. На втором месте мезоксерофиты – 15,3%. Мезогигрофиты представлены единственным видом тополем душистым и составляет 7,9%. А остальные экологические группы по отношению к увлажнению субстрата не выявлены.

Экологическая группа растений по отношению к освещению местообитаний приведена в таблице 6 (Куминава 1960, 1982). У растений возникают различные морфологические и физиологические адаптации к световому режиму местообитаний [5. с. 703].

Таблица 6

Экологические группы растений по отношению к освещению местообитаний

№ п/п	Экологическая группа растений	Абсолютное число видов	% общего числа видов
1.	Сциофиты	5	38,4
2.	Семигелиофиты	2	15,3
3.	Гелиофиты	6	46,3
	Всего	13	100

Лидируют в видовом составе гелиофиты – 46,3%, так как исследованные деревья и кустарники улиц села Бай-Хаак относятся хорошо освещаемым местообитаниям. Второе место по отношению к освещению местообитаний занимает сциофиты – 38,4%.

Биоморфологический анализ основан на классификации жизненных форм по И. Г.

Серебрякову. Все многообразие древесных и кустарниковых растений сведено в 5 разных жизненных форм, далее в таблице 7 представлена классификация жизненных форм. Всё многообразие кустарниковой и древесной флоры сведено в таблицу 7.

Таблица 7

Классификация жизненных форм по И.Г. Серебрякову

№	Жизненные формы	Абсолютное число видов	Доля в процентах, %
1.	Травянистые многолетники	-	-
2.	Деревья	6	46,1
3.	Кустарники	7	53,9
4.	Полукустарники	-	-
5.	Кустарнички	-	-
6.	Полукустарнички	-	-
Всего		13	100

Можно сказать, что в озеленении села значительное участие принимают кустарники, соответственно составляет 53,9% от общего числа видов (черемуха уединенная, шиповник иглистый, сирень обыкновенная и др.), а наименьшее количество акации желтой – 1%. Древесные растения широко распространены во всех растительных поясах. Они составляют 46,1%, или 6

видов (ель сибирская, тополь душистый, береза повислая и др.) Характеристика качества декоративности основана на рассмотрении декоративных свойств разных частей растений, по декоративным качествам древесно-кустарниковая растительность поселка Бай-Хаак представлена на таблице 8.

Таблица 8

Декоративные качества древостоя поселка Бай-Хаак

№ п/п	Название растения	Декоративность формы кроны	Красивые листья, хвоя	Красиво-цветущие	Яркие плоды
1.	<i>Picea obovata</i> Ledeb.	+	+		
2.	<i>Larix sibirica</i> L.	+	+		
3.	<i>Pinus silvestris</i> L.	+	+		
4.	<i>Pinus sibirica</i> Du Tour	+	+		
5.	<i>Betula verrucosa</i> Ehrh.	+	+		
6.	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	+			
7.	<i>Populus suaveolens</i> Fisch	+	+		
8.	<i>Caragana arborescens</i> Lam.		+	+	
9.	<i>Padus avium</i> Mill.	+	+	+	+
10.	<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	+		+	+
11.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+	+	+	+
12.	<i>Malus P.</i> Mill.	+		+	+
13.	<i>Syringa vulgaris</i> L.	+	+	+	

На основании данных по декоративности, можно сделать следующие пояснения, что лидирующими видами растений по декоративным качествам являются черемуха уединенная (*Padus avium* Mill.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), а также сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.), ранетка-дичка (*Malus P.* Mill.), шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.), ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.), лиственница сибирская (*Larix sibirica* L.), сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour), береза повислая (*Betula verrucosa* Ehrh.),

тополь душистый (*Populus suaveolens* Fisch), акация желтая (*Caragana arborescens* Lam.). А наименее декоративным растением является вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.). Исходя из таблицы 8 для обустройства недостаточно озелененных улиц поселка Бай-Хаак можно рекомендовать следующие породы деревьев: боярышник кроваво – красный; из кустарников – роза морщинистая ругоза, рябинник рябинолистный, спирея японская, туи западной. Биологические особенности рекомендуемых культур в озеленении поселка Бай-Хаак Тандинского района приведены в таблице 9.

Биологические особенности древостоя

№ п/п	Название растения	Отношение к...				
		субстрату	влаге	свету	питательным веществам	декоративности
1.	<i>Sorbaria sorbifolia</i> L.	олигатрофы	мезоксерофиты	мезофиты	не нуждается	цветки, плоды, листья
2.	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	мезотрофы	мезофиты	мезофиты	не нуждается	все наземные части
3.	<i>Sorbifolia sorbifolia</i> (L.) R. Br.)	олигатрофы	мезоксерофиты	семигелиофиты	не нуждается	цветки, плоды, листья
4.	<i>Spiraea japonica</i> Genpei .	мезотрофы	мезофиты	семигелиофиты	нуждается	все наземные части
5.	<i>Thuja occidentalis</i>	галофиты	мезоксерофиты	гелиофиты	нуждается	крона

Потому что, при облагораживании приусадебных территорий рекомендованные деревья и кустарники играют одну из самых главных ролей. Из них формируют центральные посадки, применяют для акцентирования внимания на фоне других насаждений, создают живые ограждения, выстригают различные фигуры. Буквально в каждом проекте по декорированию участка используются роскошные, нежные, многообразные, утонченные лиственные растения. По биологической особенности развития акация жёлтая не подходит в данной зоне, так как, по отношению к субстрату она является мезоксерофитом. В начале 2000 годов специалистами лесничества проведена посадка жёлтой акации, как интродуцент, результат оказался отрицательным. Из посаженных пятнадцати саженцев прижилась только одна особь. С 2014 по 2020 годы тоже работниками ГКУ «Тандинское лесничество» были проведены посадки акации жёлтой, но растение, как и в предыдущих годах не дали положительных результатов.

Выводы. Проведенные исследования и полученные результаты позволяют сделать следующее: при облагораживании приусадебных территорий деревья и кустарники играют одну из самых главных ролей. Из них формируют центральные посадки, применяют для акцентирования внимания на фоне других насаждений, создают живые ограждения, выстригают различные фигуры.

Таким образом, обследовав видовое разнообразие деревьев и кустарников на улицах поселка Бай-Хаак, можно сделать вывод, что по обилию видов лидируют древесные растения – 76,5%, среди древесных растений наибольшее количество видов ель сибирская – 43,4%, наименьшее количество видов лиственница сибирская – 0,6%, а кустарниковые занимают - 23,5%, среди кустарниковых растений наибольшее количество шиповника иглистого – 48,9%, а наименьшее количество акации желтой – 1%.

В связи с вышеизложенным для обустройства недостаточно озелененных улиц села Бай-Хаак можно рекомендовать следующие породы деревьев: тополь бальзамический, вяз мелколистный, лиственницу сибирскую, березу бородавчатую, липу мелколистную; из кустарников – облепиху, кизильник черноплодный, боярышник кроваво – красный.

При облагораживании приусадебных территорий рекомендованные деревья и кустарники играют одну из самых главных ролей. Из них формируют центральные посадки, применяют для акцентирования внимания на фоне других насаждений, создают живые ограждения, выстригают различные фигуры. Буквально в каждом проекте по декорированию участка используются роскошные, нежные, многообразные, утонченные лиственные растения.

Список использованной литературы:

1. Почвы Тандинского района. <https://domorost.ru/maps/country/rossiya/region/tyva/district/tandinskij-kozhuun/type/soil>
2. Красноборов, И. М. Определитель растений Республики Тыва / И. М. Красноборов, М. Н. Ломоносова и др. — Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. 706 с. [Krasnoborov, I. M. Determinant of plants of the Republic of Tyva / I. M. Krasnoborov, M. N. Lomonosova et al. - Novosibirsk : Publishing House of SB RAS, 2007. 706 p.]
3. Красноборов, И. М. Высокогорная флора Западного Саяна / И.М. Красноборов. – Новосибирск: Наука, 1976. 380 с. [Krasnoborov, I. M. Highland flora of the Western Sayan / I. M. Krasnoborov. - Novosibirsk: Nauka, 1976. 380 p.]
4. Кумина, А. В. Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР / А. В. Кумина, В. П. Седельников, Ю. М. Маскаев. 1-е изд. Новосибирск: Издательство "Наука", 1985. [Kuminova, A.V. Vegetation cover and natural forage lands of the Tuva ASSR / A.V. Kuminova, V. P. Sedelnikov, Yu. M. Maskaev. 1st ed. Novosibirsk: Nauka Publishing House, 1985.]

5. Степановских, А. С. Экология. Учебник для вузов / А. С. Степановских. — Москва : 000 "Издательство Юнити-Дана, 2001. 703 с. [Stepanovskikh, A. S. Ecology. Textbook for universities / A. S. Stepanovskikh. - Moscow : 000 "Unity-Dana Publishing House, 2001. 703 p.]

6. Подробная карта Бай-Хаак, Тыва с улицами и номерами домов. — Текст: электронный // Карта России: [сайт]. — URL: <http://russia-karts.ru/karta-tyva-podrobnaja-s-naselennymi-punk/podrobnaja-karta-bai-haak-tyva-s-ulicami>

7. Почвы. Бай-Хаак Тандинского района Тувинской АССР и рекомендации по их использованию. Москва : Министерство сельского хозяйства СССР, 1971. 216 с. [Soil. Bay-Khaak of the

Tandinsky district of the Tuva ASSR and recommendations for their use. Moscow : Ministry of Agriculture of the USSR, 1971. 216 p.]

8. Тува. Село Бай-Хаак (бывшее Верхне-Никольское) отмечает 105-летие <https://www.tuvaonline.ru/2014/10/03/tuva-selo-bai-haak-byvshee-verhne-nikolskoe-otmechaet-105-letie.html>

9. Ханминчун, В. М. Флора Восточного Танну-Ола : (Южная Тува) / В. М. Ханминчун; Отв. ред. И. М. Красноборов. - Новосибирск : Наука : Сиб. отд-ние, 1980. 121 с. [Khanminchun, V. M. Flora of Eastern Tannu-Ola: (Southern Tuva) / V. M. Khanminchun; Ed. by I. M. Krasnoborov. - Novosibirsk : Nauka : Siberian Branch, 1980. 121 p.]

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аносов Александр Владимирович

к.т.н., РМР

Автономная некоммерческая организация

Центр научных исследований "Три Би"

Россия, Санкт-Петербург

Патрина Татьяна Александровна

к.т.н.,

Санкт-Петербургский государственный

электротехнический университет «ЛЭТИ»

им. В. И. Ульянова (Ленина)

Россия, Санкт-Петербург,

ул. Профессора Попова, д. 5

РАЗРАБОТКА РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ СТАТУСА ЗАВИСИМОСТЕЙ ЗАДАЧИ В SMARTSHEET

Anosov Aleksandr Vladimirovich

Ph.D., PMP

Nonprofit organization "3B" Center of Scientific Research

Russia, Saint-Petersburg

Patrina Tatiana Alexandrovna

Ph.D.,

St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI"

Russia, Saint-Petersburg, ul. Prof. Popova 5

DEVELOPMENT OF A SOLUTION FOR AUTOMATIC TRACKING OF THE STATUS OF TASK DEPENDENCES IN SMARTSHEET

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.212](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.212)

Abstract. The article proposes a solution to automate the dependencies completion tracking in Smartsheet for a specific task. The solution allows tracking different types of dependencies for a task: completing direct dependencies from other tasks and completing dependencies for all of its ancestors. The algorithm of the solution, Smartsheet's functions for its implementation, and the screen forms of the obtained results are given.

Аннотация. В статье предлагается решение по автоматизации задачи отслеживания выполнения зависимостей для отдельно взятой задачи в программе Smartsheet. Предлагаемое решение позволяет отслеживать завершение разных типов зависимостей для задачи: прямых зависимостей от других задач и зависимостей всех предков задачи. Приводится алгоритм решения, функции Smartsheet для его реализации и экранные формы полученных результатов.

Keywords: *Smartsheet, task' dependencies execution tracking, project plan, project management.*

Ключевые слова: *Smartsheet, контроль выполнения задач, план проекта, управление проектами.*

Введение

Smartsheet – широко известное облачное программное обеспечение для проектного управления. Оно может помочь менеджерам для решения разных типов задачах.

Большое количество подобного программного обеспечения имеет аналогичный функционал: позволяет создавать задачи, устанавливать планируемые сроки их выполнения и зависимости между ними. После организации таким образом плана проекта, менеджер приступает к его ежедневному контролю.

Все идет хорошо, пока не появляется проект, требующий контроля большого количества задач за короткий промежуток времени. Например, в плане имеется 40 задач со сложными зависимостями, которые должны быть сделаны в течение часа. Задача отслеживания и обновления статусов задач по поступающей информации в короткий

промежуток времени становится для менеджера трудно выполнимой. А задача старта очередных задач плана проекта, в зависимости от завершения всех ее зависимостей, критически сложной. Фактически для менеджера это означает перемещение по плану к зависимостям каждой задачи с визуальной оценкой их статуса. Если зависимостей много, это соответственно увеличивает время, необходимое для анализа.

Очевидным становится желание пользователей Smartsheet иметь автоматизацию по отслеживанию зависимостей для каждой задачи плана. Такой функционал периодически запрашивают пользователи в Smartsheet community [1], и до настоящего времени он не реализован. Статья предлагает альтернативное решение, как добавить эту функцию используя стандартные возможности Smartsheet.

Smartsheet как электронная таблица

Кроме известных методов работы с задачами проекта, описанных на домашней странице приложения [2], Smartsheet имеет встроенные формулы, которые могут быть использованы для расширения его возможностей. Это повышает его гибкость по сравнению с аналогичными программными продуктами, позволяя менеджеру реализовывать решения для своих целей.

Менеджер может использовать поля Smartsheet аналогично ячейкам Excel, добавляя для расчетов информацию отдельных полей текущего листа и других планов проектов. Используя эту возможность, можно формировать отдельные запросы, расширяя стандартный функционал Smartsheet.

Информацию о встроенных формулах Smartsheet можно найти на официальном сайте приложения [3].

Отслеживание выполнения зависимостей задачи

Описание алгоритма решения

Для отслеживания статуса выполнения зависимостей для задачи средствами Smartsheet, необходимо оценить:

1. статусы выполнения зависимостей задачи;
2. статусы выполнения зависимостей комплексной задачи, для которой обсуждаемая задача является подзадачей.

Рис. 1 поясняет данное утверждение: для старта задачи 2.1, задача 1.1 и задача 1.2 должны иметь статус “Completed” (выполнена). Задача 1.1 является прямой зависимостью для задачи 2.1. А задача 1.2 является зависимостью для комплексной задачи, с задачей 2.1 в ее составе.

Комплексную задачу в Smartsheet принято называть “предком” задачи. Предков у задачи может быть несколько, в зависимости от вложенности уровней комплексных задач.

Task Name	Status	Duration	Start	Finish	Predecessors
1 <input type="checkbox"/> Группа задач 1	In progress	2d	12/11/21	12/13/21	
2 Задача 1.1	Completed	1d	12/11/21	12/11/21	
3 Задача 1.2	Not started	1d	12/13/21	12/13/21	2
4 <input type="checkbox"/> Группа задач 2	Not started	2d	12/14/21	12/15/21	3
5 Задача 2.1	Not started	1d	12/14/21	12/14/21	2
6 Задача 2.2	Not started	1d	12/15/21	12/15/21	2, 5
7 <input type="checkbox"/> Группа задач 3	Not started	2d	12/14/21	12/15/21	
8 Задача 3.1	Not started	1d	12/14/21	12/14/21	
9 Задача 3.2	Not started	1d	12/15/21	12/15/21	8

Рис. 1 Пример зависимых задач в Smartsheet.

Таким образом, для принятия решения о возможности старта задачи, необходимо проанализировать статусы завершения зависимостей двух обозначенных типов.

По мере выполнения проекта, статус задач в Smartsheet вручную изменяется менеджером в столбце “Status” (статус), к примеру, он может принимать значение “Completed”, если задача завершена, или “Not Started” (не начата), если еще не начата.

Когда для отдельной задачи все статусы её зависимостей и зависимостей её предков принимают значение “Completed”, это означает, что она может быть начата. В этот момент нужно проинформировать менеджера о такой возможности (включить для такой задачи визуальную индикацию).

Блок-схема описанного решения представлена на Рис. 2.

К примеру, если у задачи 5 зависимостей и два предка, имеющих по 2 зависимости, необходимо уточнить статусы выполнения всех 9 зависимостей. Если все в статусе “Completed”, включить визуальный индикатор для задачи, означающий возможность её старта.

Разработка решения

Формулы Smartsheet, которые могут быть использованы для контроля статусов зависимостей: INDEX (rangerow_index [column_index]) [4] совместно с MATCH (search_value range [search_type]) [5]. Используя эти формулы, можно обратиться к статусам зависимостей задачи и проверить их. Если они имеют статус “Completed”, перейти к проверке статуса зависимостей предков.

Для контроля статуса зависимостей предков можно использовать функцию ANCESTORS ([reference]) [6], где reference - это задача, для которой необходимо получить информацию о предках. Формула COUNT (ANCESTORS ([Task Name] @row)) возвращает количество предков для отдельной задачи. Необходимо проверить статус завершения зависимостей для каждого из них. Когда все они перейдут в статус “Completed”, зависимость от завершения зависимостей предков будет выполнена.

Результат проверки зависимостей можно визуализировать в отдельной колонке: когда все зависимости завершены, включить зеленый индикатор для задачи, чтобы показать менеджеру, что она может быть начата.

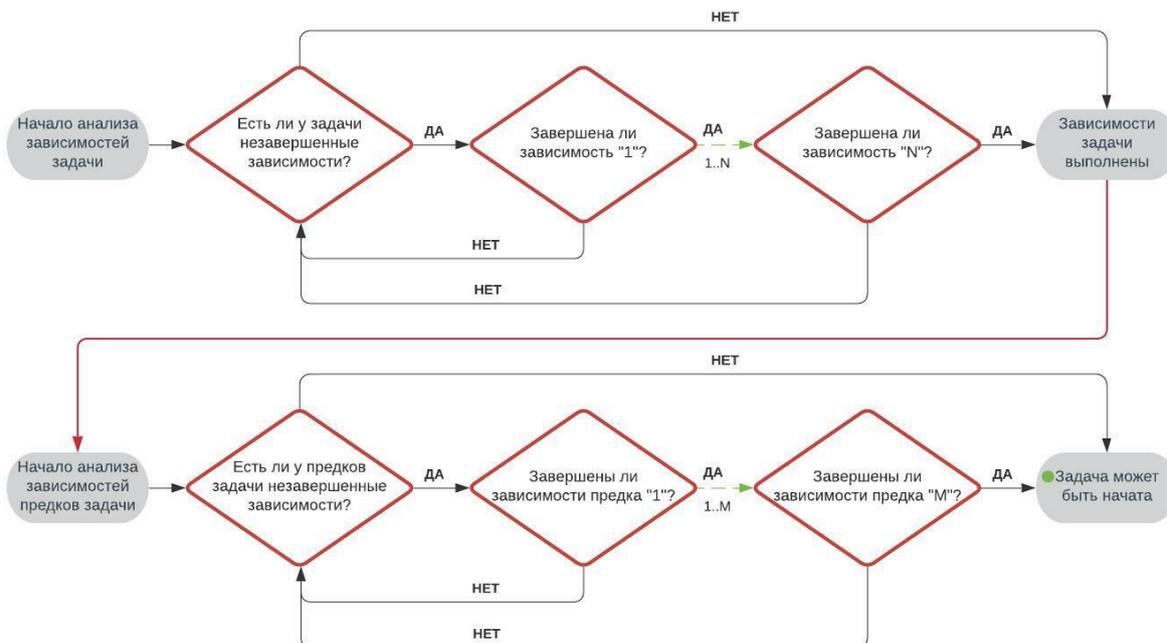


Рис. 2 Алгоритм отслеживания завершения зависимостей задачи и зависимостей предков.

Заключение

Предлагаемое решение было реализовано и ежедневно используется в наших планах проектов Smartsheet. Формулы для обработки зависимостей содержатся в нескольких столбцах, могут быть перенесены в любой план и скрыты от

пользователя. Зеленый индикатор, информирующий менеджера о выполнении всех зависимостей для задачи и возможности ее старта, размещен в первом столбце Smartsheet плана. На рис. 3а, 3б показано, как меняются индикаторы в зависимости от изменений в плане.

а

Can go	Task Name	Status	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	Группа задач 1	In progress	2d	12/11/21	12/13/21	
2	Задача 1.1	Completed	1d	12/11/21	12/11/21	
3	Задача 1.2	Completed	1d	12/13/21	12/13/21	2
4	Группа задач 2	In progress	2d	12/14/21	12/15/21	3
5	Задача 2.1	Not started	1d	12/14/21	12/14/21	2
6	Задача 2.2	Not started	1d	12/15/21	12/15/21	2, 5
7	Группа задач 3	Not started	2d	12/14/21	12/15/21	
8	Задача 3.1	Not started	1d	12/14/21	12/14/21	
9	Задача 3.2	Not started	1d	12/15/21	12/15/21	8

б

Can go	Task Name	Status	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	Группа задач 1	In progress	2d	12/11/21	12/13/21	
2	Задача 1.1	Completed	1d	12/11/21	12/11/21	
3	Задача 1.2	Completed	1d	12/13/21	12/13/21	2
4	Группа задач 2	In progress	2d	12/14/21	12/15/21	3
5	Задача 2.1	Completed	1d	12/14/21	12/14/21	2
6	Задача 2.2	Not started	1d	12/15/21	12/15/21	2, 5
7	Группа задач 3	In progress	2d	12/14/21	12/15/21	
8	Задача 3.1	Completed	1d	12/14/21	12/14/21	
9	Задача 3.2	Not started	1d	12/15/21	12/15/21	8

Рис. 3 Разработанное решение. Зеленые индикаторы показывают, что задача может быть начата (а), изменения зеленых индикаторов в зависимости от изменений в плане (б).

Есть некоторые ограничения предлагаемого решения:

- количество предков задачи - не более 8;
- количество зависимостей для задачи или предков - не более 5;
- типы зависимостей “SS”, “FF”, “SF”, “FS”, “+5д”, “-5д” обрабатываются, но без учета значений этих функций.

Указанные ограничения не уменьшают прикладной значимости реализованного решения. При необходимости его можно доработать. Очевидно, это увеличит время расчета формул. В настоящее время пересчет происходит практически в реальном времени (проверено на рабочем плане Smartsheet, более 500 строк).

Добавление предлагаемого решения в план Smartsheet значительно упрощает менеджеру задачу оценки новой ситуации в плане проекта при изменении статуса задач: зеленые индикаторы выделяют задачи, которые можно начинать. Это решение незаменимо при планировании и

выполнении сложных планов проектов со множеством зависимостей. До появления функционала отслеживания зависимостей для задач в релизе Smartsheet предлагаемый подход способен решить эту задачу в значительной степени.

References

1. Smartsheet Community / Smartsheet, official site. URL: <https://community.smartsheet.com>.
2. Smartsheet / Smartsheet, official site. URL: <https://www.smartsheet.com/customers-home>.
3. Functions List / Smartsheet, official site. URL: <https://help.smartsheet.com/functions>
4. Index Function / Smartsheet, official site. URL: <https://help.smartsheet.com/function/index>.
5. Match Function / Smartsheet, official site. URL: <https://help.smartsheet.com/function/match>.
6. Ancestors Function / Smartsheet, official site. URL: <https://help.smartsheet.com/function/ancestors>.

УДК 519.876.5

Ермаков П.Г., Гоголев А.А.***

*Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем, ГосНИИАС,
ул. Викторенко, 7, Москва, 125319, Россия*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СХЕМ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ БЕСПЛАТФОРМЕННЫХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

DOI: 10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.213

Аннотация. Серьезной проблемой современных беспилотных летательных аппаратов массой менее 500 кг является их низкая надежность ввиду существенных ограничений на массу информационно-управляющего комплекса, что в свою очередь ведет к применению микроэлектромеханических (МЭМС) датчиков, обладающих существенными уходами и дрейфами [1]. В данной статье приводится сравнительный анализ отдельной и слабосвязанной схем комплексирования на основе данных имитационного моделирования инерциально-измерительного модуля VN-100T и навигационных алгоритмов с целью повышения точности и надежности информационно-управляющего комплекса беспилотного летательного аппарата (БЛА).

Ключевые слова: имитационное моделирование; беспилотный летательный аппарат; навигационная система; отдельная схема комплексирования; слабосвязанная схема комплексирования; фильтр Калмана.

Введение

В настоящее время БЛА малой массы (до 500 кг) все чаще используются как в гражданских, так и в военных областях. Перспективными задачами в данных отраслях для БЛА являются: доставка грузов в удаленные районы, поиск терпящих бедствие людей, охрана частной территории, длительная разведка над вражеской территорией, осуществление бомбометания.

Из-за небольших габаритов рассматриваемых БЛА в настоящей статье появляются ограничения на применение инерциальных измерителей навигационной информации в виде линейных размеров и массы, следовательно, одной из проблем при автономном использовании БЛА является осуществление как можно более точной его навигации. По большей части современные БЛА оснащаются следующими измерителями навигационной информации: МЭМС акселерометрами / датчиками угловой скорости

(ДУС), приемником глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), барометрическим высотомером, лазерным дальномером (высотомером), магнитометром и другими сенсорами различной физической природы [2].

В данной работе исследуется возможность повышения точности навигационного счисления угловой и пространственной ориентации БЛА за счет комплексирования навигационной информации на основе отдельной и слабосвязанной схемы комплексирования [3,4,5].

Стоит отметить, что основным измерителем в случае выбора вышеприведенного набора измерителей является БИНС, которая обладает высокой автономностью (не требует дополнительных внешних сигналов) и высокой частотой получения измерений (более 200 Гц). Однако с течением времени данная навигационная система начинает вырабатывать ошибки в своем решении, появляющиеся в процессе двойного

интегрирования показаний инерциальных измерителей, имеющих систематические и случайные аддитивные погрешности [6]. Например, за счет кратковременных дрейфов современных акселерометров / ДУСов ошибка в определении местоположения БЛА может достигать 4 км за час полета. Для повышения точности навигационного счисления используется корректирующая информация, поступающая с ГНСС – приемника и барометрического высотомера, которые также обладают рядом достоинств и недостатков. В случае ГНСС – приемника неоспоримым плюсом в его работе является относительно высокая точность позиционирования, независящая от времени

работы устройства, но заметным недостатком выступает крайне низкая помехозащищенность, большие ошибки измерений в канале высоты и сравнительно низкая частота измерений (максимум 10 Гц) [7]. В случае барометрического высотомера имеем достоинство в виде стабильного измерения высоты полета БЛА на ограниченном участке земной поверхности, но в случае длительного перелета приходится осуществлять перенастройку измерителя. Далее рассмотрим модели измерений приведенных выше навигационных измерителей.

Измерения ДУС

В наиболее упрощенном виде модель измерений ДУС выглядит следующим образом [8]:

$$\begin{cases} w_x^{\text{измерение}} = w_x + w_{0x} + w_{x\text{дрейф}} + \sigma_{w_x} \delta w_x; \\ w_y^{\text{измерение}} = w_y + w_{0y} + w_{y\text{дрейф}} + \sigma_{w_y} \delta w_y; \\ w_z^{\text{измерение}} = w_z + w_{0z} + w_{z\text{дрейф}} + \sigma_{w_z} \delta w_z; \end{cases} \quad (1)$$

где:

w_x, w_y, w_z – истинные значения проекций абсолютной угловой скорости БЛА на оси связанной С.К.;

w_{0x}, w_{0y}, w_{0z} – смещение нулевого сигнала ДУСов;

$w_{x\text{дрейф}}, w_{y\text{дрейф}}, w_{z\text{дрейф}}$ – дрейфы ДУСов;

$\sigma_{w_x}, \sigma_{w_y}, \sigma_{w_z}$ – СКО случайных аддитивных погрешностей ДУСов;

$\delta w_x, \delta w_y, \delta w_z$ – гауссовские белые шумы с нулевыми математическими ожиданиями и единичными интенсивностями.

Дрейфы ДУСов $w_{\text{дрейф}}$ представляются следующим стохастическим дифференциальным уравнением (марковский случайный процесс):

$$\delta w_{\text{дрейф}} = -\frac{1}{\tau_{w_{\text{дрейф}}}} \delta w_{\text{дрейф}} + \sqrt{\frac{2}{\tau_{w_{\text{дрейф}}}}} \sigma_{w_{\text{дрейф}}} v; \quad (2)$$

где:

$\sigma_{w_{\text{дрейф}}}$ – СКО случайной погрешности (дрейфа) ДУСов;

$\tau_{w_{\text{дрейф}}}$ – время корреляции случайной погрешности (дрейфа) ДУСов;

v – гауссовский белый шум с единичной интенсивностью и нулевым математическим ожиданием.

Измерения акселерометров

По аналогии с моделью измерений ДУС модель измерений акселерометров будет иметь следующий вид [9]:

$$\begin{cases} a_x^{\text{измерение}} = a_x + a_{0x} + a_{x\text{дрейф}} + \sigma_{a_x} \delta a_x; \\ a_y^{\text{измерение}} = a_y + a_{0y} + a_{y\text{дрейф}} + \sigma_{a_y} \delta a_y; \\ a_z^{\text{измерение}} = a_z + a_{0z} + a_{z\text{дрейф}} + \sigma_{a_z} \delta a_z; \end{cases} \quad (3)$$

где:

a_x, a_y, a_z – истинные значения проекций линейного ускорения на оси связанной С.К.;

a_{0x}, a_{0y}, a_{0z} – смещение нулевого сигнала акселерометров;

$a_{x\text{дрейф}}, a_{y\text{дрейф}}, a_{z\text{дрейф}}$ – дрейфы акселерометров;

$\sigma_{a_x}, \sigma_{a_y}, \sigma_{a_z}$ – СКО случайных аддитивных погрешностей акселерометров;

$\delta a_x, \delta a_y, \delta a_z$ – гауссовские белые шумы с нулевыми математическими ожиданиями и единичными интенсивностями.

Дрейфы акселерометров $a_{x\text{дрейф}}, a_{y\text{дрейф}}, a_{z\text{дрейф}}$ моделируются стохастическим дифференциальным уравнением (3) с заданными СКО $\sigma_{a_{x\text{дрейф}}}, \sigma_{a_{y\text{дрейф}}}, \sigma_{a_{z\text{дрейф}}}$ и постоянными времени $\tau_{a_{x\text{дрейф}}}, \tau_{a_{y\text{дрейф}}}, \tau_{a_{z\text{дрейф}}}$.

Модель измерения барометрического высотомера

В упрощенной форме модель измерения барометрического высотомера примет следующий вид [10,11]:

$$H_{\text{баровысотомер}} = \frac{T_0}{\tau} \left[1 - \left(\frac{P}{P_0} \right)^{\frac{R\tau}{g}} \right] + \Delta H_{\text{дин.}} + \sigma_H \delta H; \quad (4)$$

где:

$P = P_0 \left[1 - \frac{\tau}{T_0} H \right]^{\frac{g}{R\tau}}$ – статическое давление;
 $P_0 = 101325$ Па;
 H – истинная высота полета БЛА, определяемая в ходе решения системы (15);
 τ – температурный градиент, $\tau = 0.0065^\circ/\text{м}$;
 T_0 – температура воздуха у поверхности Земли, $T_0 = 15^\circ$;
 R – газовая постоянная воздуха $R = 29.27$ кгм / кг $^\circ\text{C}$;
 $\Delta H_{\text{дин.}}$ – динамическая ошибка баровысотомера;

σ_H – СКО случайной аддитивной ошибки баровысотомера;

δH – гауссовский белый шум с нулевым математическим ожиданием и единичной интенсивностью.

Динамическая ошибка $\Delta H_{\text{дин}}$ моделируются стохастическим дифференциальным уравнением (3) с заданным СКО $\sigma_{H_{\text{дин}}}$ и временем корреляции $\tau_{H_{\text{дин}}}$.

Модель измерений многоканального ГНСС-приемника

В наиболее упрощенной форме модель измерений ГНСС – приемник имеет вид [12,13]:

$$\begin{cases} X_{\Gamma}^{GNSS} = X_{\Gamma} + \Delta X_{\Gamma}^{HKA} + \delta X_{\Gamma}; \\ Y_{\Gamma}^{GNSS} = Y_{\Gamma} + \Delta Y_{\Gamma}^{HKA} + \delta Y_{\Gamma}; \\ Z_{\Gamma}^{GNSS} = Z_{\Gamma} + \Delta Z_{\Gamma}^{HKA} + \delta Z_{\Gamma}; \\ V_{X_{\Gamma}}^{GNSS} = V_{X_{\Gamma}} + \Delta V_{X_{\Gamma}}^{сист.} + \delta V_{X_{\Gamma}}; \\ V_{Y_{\Gamma}}^{GNSS} = V_{Y_{\Gamma}} + \Delta V_{Y_{\Gamma}}^{сист.} + \delta V_{Y_{\Gamma}}; \\ V_{Z_{\Gamma}}^{GNSS} = V_{Z_{\Gamma}} + \Delta V_{Z_{\Gamma}}^{сист.} + \delta V_{Z_{\Gamma}}; \end{cases} \quad (5)$$

где:

$X_{\Gamma}, Y_{\Gamma}, Z_{\Gamma}, V_{X_{\Gamma}}, V_{Y_{\Gamma}}, V_{Z_{\Gamma}}$ – истинные координаты и проекции скорости движения БЛА;

$\Delta X_{\Gamma}^{HKA}, \Delta Y_{\Gamma}^{HKA}, \Delta Z_{\Gamma}^{HKA}$ – погрешности в определении координат БЛА, вызванные бортовой аппаратурой навигационного космического аппарата (НКА), моделируемые случайными гауссовскими величинами с нулевыми математическими ожиданиями и заданными СКО $\sigma_{X_{\Gamma}}^{HKA}, \sigma_{Y_{\Gamma}}^{HKA}, \sigma_{Z_{\Gamma}}^{HKA}$;

$\delta X_{\Gamma}, \delta Y_{\Gamma}, \delta Z_{\Gamma}$ – случайные аддитивные составляющие ошибок оценивания компонент положения БЛА, моделируемые стохастическим дифференциальным уравнением (3) с заданными СКО $\sigma_{X_{\Gamma}}, \sigma_{Y_{\Gamma}}, \sigma_{Z_{\Gamma}}$ и постоянными времени $\tau_{X_{\Gamma}}, \tau_{Y_{\Gamma}}, \tau_{Z_{\Gamma}}$;

$\Delta V_{X_{\Gamma}}^{сист.}, \Delta V_{Y_{\Gamma}}^{сист.}, \Delta V_{Z_{\Gamma}}^{сист.}$ – систематические погрешности определения проекций скорости БЛА, моделируемые случайными гауссовскими величинами с нулевыми математическими ожиданиями и заданными СКО $\sigma_{V_{X_{\Gamma}}}^{сист.}, \sigma_{V_{Y_{\Gamma}}}^{сист.}, \sigma_{V_{Z_{\Gamma}}}^{сист.}$.

$\delta V_{X_{\Gamma}}, \delta V_{Y_{\Gamma}}, \delta V_{Z_{\Gamma}}$ – случайные аддитивные составляющие ошибок оценивания компонент вектора скорости БЛА, моделируемые стохастическим дифференциальным уравнением (3) с заданными СКО $\sigma_{V_{X_{\Gamma}}}, \sigma_{V_{Y_{\Gamma}}}, \sigma_{V_{Z_{\Gamma}}}$ и постоянными времени $\tau_{V_{X_{\Gamma}}}, \tau_{V_{Y_{\Gamma}}}, \tau_{V_{Z_{\Gamma}}}$.

Далее перейдем к обсуждению самих схем комплексирования навигационной информации.

Раздельная схема комплексирования БИНС, барометрического высотомера и многоканального ГНСС-приемника

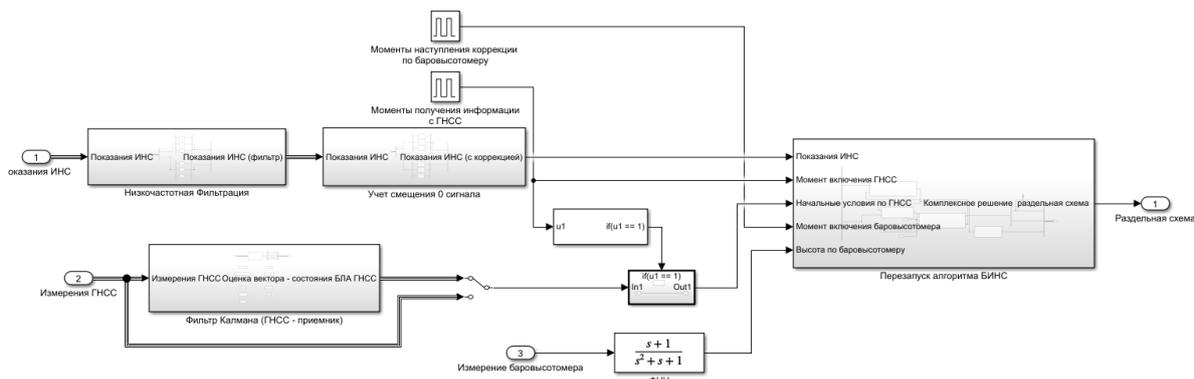


Рисунок 1 – Раздельная схема комплексирования БИНС, барометрического высотомера и ГНСС – приемника в MATLAB – Simulink

В данной схеме БИНС, барометрический высотомер и ГНСС – приемник независимо друг от друга вырабатывают навигационное решение. Для ограничения роста погрешностей БИНС используется периодический ее перезапуск с новыми координатами и скоростями, получаемыми от ГНСС – приемника, и, соответственно, высотой по баровысотомеру. Также для улучшения точности получаемого решения возможно использовать следующие алгоритмы обработки данных:

- Применение низкочастотной фильтрации к данным акселерометров и ДУСов [14,15];
- Учет смещения нулевого сигнала в показаниях акселерометров и ДУСов;
- Включение в состав ГНСС – приемника фильтра Калмана;
- Применение низкочастотного фильтра к измерениям барометрического высотомера [16].

Слабосвязанная схема комплексирования БИНС, барометрического высотомера и многоканального ГНСС-приемника

В данной схеме сигналы БИНС, барометрического высотомера и ГНСС – приемника объединяются по схеме компенсации. Суть данного метода состоит в следующем: сигнал об одном и том же навигационном параметре от двух измерителей подается на вычитающее устройство, затем полученная разность подается на вход оптимального фильтра; далее сигнал, сформированный на выходе фильтра, поступает на другое вычитающее устройство, на которое также идет навигационная информация от нуждающегося в коррекции своего решения измерителя. Таким образом, “центром” данной комплексной навигационной системы является оптимальный фильтр Калмана, на вход которого поступают разностные измерения от вышеперечисленных измерителей [17].

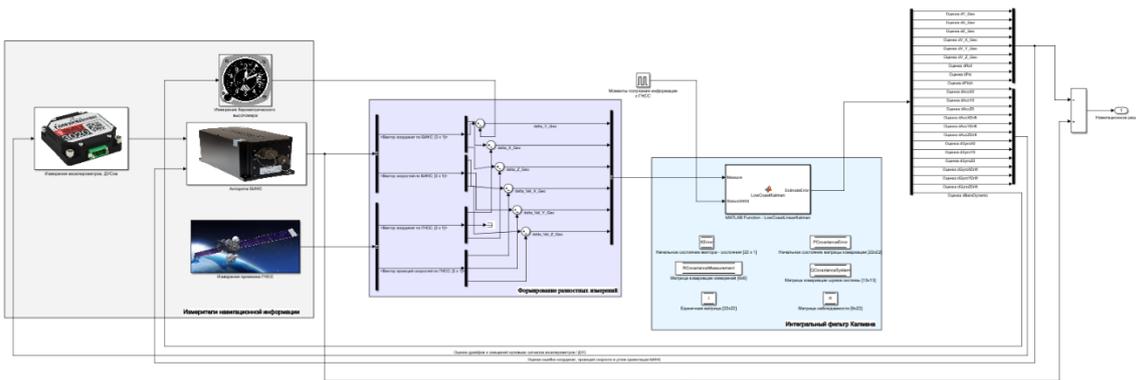


Рисунок 2 – Слабосвязанная схема комплексирования БИНС, барометрического высотомера и ГНСС – приемника в MATLAB – Simulink

Модель динамической системы в данном фильтре включает в себя:

- Модель ошибок БИНС, содержащая ошибки определения координат местоположения, компонент вектора скорости и параметров угловой ориентации БЛА, а также дрейфы и смещения нулевых сигналов акселерометров и ДУСов [18,19];

- Динамическую ошибку барометрического высотомера $\Delta H_{дин}$.

Ниже представлены уравнения работы оптимального фильтра Калмана [20]:

$$\begin{cases} \hat{X}_{k|k-1} = \Phi_{k,k-1} \hat{X}_{k-1}; \\ P_{k|k-1} = \Phi_{k,k-1} P_{k-1} \Phi_{k,k-1}^T + G_{k-1} Q_{k-1} G_{k-1}^T; \\ K_k = P_{k|k-1} H_k^T (H_k P_{k|k-1} H_k^T + R_k)^{-1}; \\ \hat{X}_k = \hat{X}_{k|k-1} + K_k (Y_k - H_k \hat{X}_{k|k-1}); \\ P_k = (I - K_k H_k) P_{k|k-1}; \end{cases} \quad (6)$$

где:
 \hat{X}_k – оценка вектора состояния системы на шаге k , размер $[n \times 1]$;
 \hat{X}_{k-1} – оценка вектора состояния на шаге $k - 1$;
 $\hat{X}_{k|k-1}$ – прогноз вектора состояния системы на шаге k по оценке состояния с учетом предыдущего шага $k - 1$;
 P_k – скорректированное значение апостериорной ковариационной матрицы на шаге k , размер $[n \times n]$;
 P_{k-1} – скорректированное значение апостериорной ковариационной матрицы на шаге $k - 1$;
 $P_{k|k-1}$ – прогнозное значение апостериорной ковариационной матрицы;

$\Phi_{k,k-1}$ – переходная матрица системы, размер $[n \times n]$;
 G_{k-1} – матрица шумов системы, размер $[n \times l]$;
 Q_{k-1} – ковариационная матрица шумов системы, размер $[l \times l]$;
 K_k – матрица коэффициентов усиления Калмана, размер $[n \times r]$;
 H_k – матрица измерений, размер $[r \times n]$;
 R_k – ковариационная матрица измерений, размер $[r \times r]$;
 Y_k – вектор измерений, размер $[r \times 1]$;
 I – единичная матрица, размер $[n \times n]$.
 Применительно к текущей задаче вектора и матрицы, присутствующие в уравнениях фильтра Калмана примут следующий вид:
 Вектор состояния $\Delta \hat{X}$ запишется как:

$$\Delta \hat{X}_{22 \times 21} = (\Delta \hat{X}_{3 \times 1}^{\text{положение}} \Delta \hat{X}_{3 \times 1}^{\text{скорость}} \Delta \hat{X}_{3 \times 1}^{\text{ориентация}} \Delta \hat{X}_{6 \times 1}^{\text{акселерометры}} \Delta \hat{X}_{6 \times 1}^{\text{ДУСы}} \Delta \hat{H}_{\text{дин.}})^T; \quad (7)$$

где:
 $\Delta \hat{X}_{3 \times 1}^{\text{положение}} = (\Delta \hat{X}_\Gamma \Delta \hat{Y}_\Gamma \Delta \hat{Z}_\Gamma)^T$ – вектор оценок ошибок определения координат БЛА (БИНС);
 $\Delta \hat{X}_{3 \times 1}^{\text{скорость}} = (\Delta \hat{V}_{X_\Gamma} \Delta \hat{V}_{Y_\Gamma} \Delta \hat{V}_{Z_\Gamma})^T$ – вектор оценок ошибок определения проекций скорости БЛА (БИНС);
 $\Delta \hat{X}_{3 \times 1}^{\text{ориентация}} = (\Delta \hat{\gamma} \Delta \hat{\psi} \Delta \hat{\vartheta})^T$ – вектор оценок ошибок определения углов ориентации (БИНС);
 $\Delta \hat{X}_{6 \times 1}^{\text{акселерометры}} = (\Delta \hat{a}_{0x} \Delta \hat{a}_{0y} \Delta \hat{a}_{0z} \Delta \hat{a}_{\text{хдрейф}} \Delta \hat{a}_{\text{удрейф}} \Delta \hat{a}_{\text{здрейф}})^T$ –

вектор оценок инструментальных ошибок акселерометров;
 $\Delta \hat{X}_{6 \times 1}^{\text{ДУСы}} = (\Delta \hat{w}_{x0} \Delta \hat{w}_{y0} \Delta \hat{w}_{z0} \Delta \hat{w}_{\text{хдрейф}} \Delta \hat{w}_{\text{удрейф}} \Delta \hat{w}_{\text{здрейф}})^T$ – вектор оценок инструментальных ошибок ДУСов;
 $\Delta \hat{H}_{\text{дин.}}$ – оценка динамической ошибки барометрического высотомера.
 Переходная матрица системы Φ примет вид:

$$\Phi_{22 \times 22} = \begin{pmatrix} \Phi_{3 \times 3}^1 & \Phi_{3 \times 3}^2 & 0_{3 \times 3} & \Phi_{3 \times 3}^3 & \Phi_{3 \times 3}^4 & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & 0 \\ 0_{3 \times 3} & \Phi_{3 \times 3}^5 & \Phi_{3 \times 3}^6 & \Phi_{3 \times 3}^7 & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & 0 \\ 0_{3 \times 3} & \Phi_{3 \times 3}^8 & \Phi_{3 \times 3}^9 & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & \Phi_{3 \times 3}^{10} & \Phi_{3 \times 3}^{11} & 0 \\ 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & I_{3 \times 3} dt & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & 0 \\ 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & \Phi_{3 \times 3}^{12} & 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} & 0 \\ 0_{3 \times 3} & I_{3 \times 3} dt & 0_{3 \times 3} & 0 \\ 0_{3 \times 3} & \Phi_{3 \times 3}^{13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \Phi_{1 \times 1}^{14} \end{pmatrix}; \quad (8)$$

где:

$$\Phi_{3 \times 3}^1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix};$$

$$\Phi_{3 \times 3}^2 = \begin{pmatrix} dt & 0 & 0 \\ 0 & dt & 0 \\ 0 & 0 & dt \end{pmatrix};$$

$$\Phi_{3 \times 3}^3 = D_{xyz}^{X_\Gamma Y_\Gamma Z_\Gamma} \frac{dt^2}{2};$$

$$\Phi_{3 \times 3}^4 = -D_{xyz}^{X_\Gamma Y_\Gamma Z_\Gamma} \frac{dt^2}{2};$$

$$\Phi_{3 \times 3}^5 = dt \begin{pmatrix} -\frac{\Delta \hat{V}_{Y\Gamma}}{R_1} & -\frac{\Delta \hat{V}_{X\Gamma}}{R_1} & -\frac{\Delta \hat{V}_{Z\Gamma} \operatorname{tg}(\hat{\varphi})}{R_2} - 2\operatorname{usin}(\hat{\varphi}) \\ -\frac{\Delta \hat{V}_{X\Gamma} \operatorname{tg}(\hat{\varphi})}{R_2} & \frac{1}{dt} & \frac{\Delta \hat{V}_{Z\Gamma}}{R_2} - 2\operatorname{ucos}(\hat{\varphi}) \\ \frac{\Delta \hat{V}_{Z\Gamma} \operatorname{tg}(\hat{\varphi})}{R_2} + 2\operatorname{usin}(\hat{\varphi}) & 2\operatorname{ucos}(\hat{\varphi}) & \frac{\Delta \hat{V}_{X\Gamma}}{R_2} - \frac{\Delta \hat{V}_{Y\Gamma}}{R_1} \end{pmatrix}; \quad \Phi_{3 \times 3}^6 = dt \begin{pmatrix} \frac{1}{dt} & -a_{Z\Gamma} & a_{Y\Gamma} \\ a_{Z\Gamma} & \frac{1}{dt} & -a_{X\Gamma} \\ -a_{Y\Gamma} & a_{X\Gamma} & \frac{1}{dt} \end{pmatrix};$$

$$\Phi_{3 \times 3}^7 = D_{xyz}^{X\Gamma Y\Gamma Z\Gamma} dt; \quad \Phi_{3 \times 3}^8 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \frac{dt}{R_1} \\ 0 & 0 & \frac{\operatorname{tg}(\hat{\varphi}) dt}{R_2} \\ -\frac{dt}{R_1} & 0 & 0 \end{pmatrix};$$

$$\Phi_{3 \times 3}^9 = dt \begin{pmatrix} \frac{1}{dt} & -\frac{\Delta \hat{V}_{X\Gamma}}{R_1} & -\frac{\Delta \hat{V}_{Z\Gamma} \operatorname{tg}(\hat{\varphi})}{R_2} \\ \frac{\Delta \hat{V}_{X\Gamma}}{R_1} & \frac{1}{dt} & \frac{\Delta \hat{V}_{Z\Gamma}}{R_1} \\ \frac{\Delta \hat{V}_{Z\Gamma} \operatorname{tg}(\hat{\varphi})}{R_2} & -\frac{\Delta \hat{V}_{Z\Gamma}}{R_1} & \frac{1}{dt} \end{pmatrix}; \quad \Phi_{3 \times 3}^{10} = D_{xyz}^{X\Gamma Y\Gamma Z\Gamma} dt;$$

$$\Phi_{3 \times 3}^{11} = D_{xyz}^{X\Gamma Y\Gamma Z\Gamma} dt; \quad \Phi_{3 \times 3}^{12} = \begin{pmatrix} 1 - \frac{dt}{\tau_{a_x \text{ дрейф}}} & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \frac{dt}{\tau_{a_y \text{ дрейф}}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \frac{dt}{\tau_{a_z \text{ дрейф}}} \end{pmatrix};$$

$$\Phi_{3 \times 3}^{13} = \begin{pmatrix} 1 - \frac{dt}{\tau_{w_x \text{ дрейф}}} & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \frac{dt}{\tau_{w_y \text{ дрейф}}} & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \frac{dt}{\tau_{w_z \text{ дрейф}}} \end{pmatrix}; \quad \Phi_{1 \times 1}^{14} = 1 - \frac{dt}{\tau_{H \text{ дин}}};$$

$D_{xyz}^{X\Gamma Y\Gamma Z\Gamma}$ – переходная матрица от приборной системы координат к навигационному базису [21];

$a_{X\Gamma}, a_{Y\Gamma}, a_{Z\Gamma}$ – проекции линейного ускорения БЛА на оси географического трехгранника;

$\hat{\varphi}$ – оценка широты местоположения БЛА, вычисляемая по следующей формуле:

$$\hat{\varphi}_k = \hat{\varphi}_{k-1} + \frac{(V_{X\Gamma k}^{\text{БИНС}} - \Delta \hat{V}_{X\Gamma k-1}) dt}{R_1};$$

dt – время дискретизации фильтра.

Матрица шумов системы G запишется как:

$$G_{22 \times 13} = \begin{pmatrix} 0_{3 \times 13} \\ G_{3 \times 3}^1 & 0_{3 \times 9} & 0_{3 \times 1} \\ 0_{3 \times 6} & G_{3 \times 3}^2 & 0_{3 \times 4} \\ & 0_{3 \times 13} & \\ 0_{3 \times 3} & G_{3 \times 3}^3 & 0_{3 \times 7} \\ & 0_{3 \times 13} & \\ 0_{3 \times 9} & G_{3 \times 3}^4 & 0_{3 \times 1} \\ 0_{1 \times 11} & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad (10)$$

где:

$$G_{3 \times 3}^1 = G_{3 \times 3}^2 = \begin{pmatrix} dt & 0 & 0 \\ 0 & dt & 0 \\ 0 & 0 & dt \end{pmatrix}; \quad G_{3 \times 3}^3 = G_{3 \times 3}^4 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Ковариационная матрица шумов системы Q имеет вид:

$$Q_{13 \times 13} = \text{diag} \left(Q_{3 \times 3}^1, Q_{3 \times 3}^2, Q_{3 \times 3}^3, Q_{3 \times 3}^4, 2 \frac{\sigma_{H_{\text{дин.}}}^2}{\tau_{H_{\text{дин.}}}} \right); \quad (11)$$

где:

$$Q_{3 \times 3}^1 = \begin{pmatrix} \sigma_{a_x}^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{a_y}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{a_z}^2 \end{pmatrix}; \quad Q_{3 \times 3}^2 = dt \begin{pmatrix} 2 \frac{\sigma_{a_x \text{ дрейф}}^2}{\tau_{a_x \text{ дрейф}}} & 0 & 0 \\ 0 & 2 \frac{\sigma_{a_y \text{ дрейф}}^2}{\tau_{a_y \text{ дрейф}}} & 0 \\ 0 & 0 & 2 \frac{\sigma_{a_z \text{ дрейф}}^2}{\tau_{a_z \text{ дрейф}}} \end{pmatrix};$$

$$Q_{3 \times 3}^3 = \begin{pmatrix} \sigma_{w_x}^2 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_{w_y}^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{w_z}^2 \end{pmatrix}; \quad Q_{3 \times 3}^4 = dt \begin{pmatrix} 2 \frac{\sigma_{w_x \text{ дрейф}}^2}{\tau_{w_x \text{ дрейф}}} & 0 & 0 \\ 0 & 2 \frac{\sigma_{w_y \text{ дрейф}}^2}{\tau_{w_y \text{ дрейф}}} & 0 \\ 0 & 0 & 2 \frac{\sigma_{w_z \text{ дрейф}}^2}{\tau_{w_z \text{ дрейф}}} \end{pmatrix}.$$

Матрица измерений H примет вид:

$$H_{6 \times 22} = (H_{6 \times 6}^1 \quad 0_{6 \times 15} \quad H_{6 \times 1}^2); \quad (12)$$

где:

$$H_{6 \times 6}^1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix};$$

$$H_{6 \times 1}^2 = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Матрица ковариации измерений R запишется как:

$$R_{6 \times 6} = \text{diag}(\sigma_{X_\Gamma}^2, \sigma_H^2, \sigma_{Z_\Gamma}^2, \sigma_{V_{X_\Gamma}}^2, \sigma_{V_{Y_\Gamma}}^2, \sigma_{V_{Z_\Gamma}}^2). \quad (13)$$

Вектор измерений Y имеет вид:

$$Y_{6 \times 1} = \begin{pmatrix} X_\Gamma^{\text{БИНС}} - X_\Gamma^{\text{ГНСС}} \\ Y_\Gamma^{\text{БИНС}} - H_{\text{баровысотомер}} \\ Z_\Gamma^{\text{БИНС}} - Z_\Gamma^{\text{ГНСС}} \\ V_{X_\Gamma}^{\text{БИНС}} - V_{X_\Gamma}^{\text{ГНСС}} \\ V_{Y_\Gamma}^{\text{БИНС}} - V_{Y_\Gamma}^{\text{ГНСС}} \\ V_{Z_\Gamma}^{\text{БИНС}} - V_{Z_\Gamma}^{\text{ГНСС}} \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Параметры имитационного моделирования

При реализации программного комплекса были взяты характеристики измерителей навигационной информации из технического паспорта инерциальной навигационной системы VN – 100 [22]:

➤ Параметры модели акселерометров БИНС:

- $a_{0x} = a_{0y} = a_{0z} = 4 * 10^{-4} [\text{м} / \text{сек}^2]$ – смещение нулевого сигнала акселерометра;

- $\sigma_{a_x \text{ дрейф}} = \sigma_{a_y \text{ дрейф}} = \sigma_{a_z \text{ дрейф}} = 1 * 10^{-4} [\text{м} / \text{сек}^2]$ – СКО дрейфа акселерометра;

- $\tau_{a_x \text{ дрейф}} = \tau_{a_y \text{ дрейф}} = \tau_{a_z \text{ дрейф}} = 50 [\text{сек}]$ – время корреляции дрейфа акселерометра;

- $\sigma_{a_x} = \sigma_{a_y} = \sigma_{a_z} = 2,26 * 10^{-2} [\text{м} / \text{сек}^2]$ – СКО случайных аддитивных погрешностей акселерометров;

➤ Параметры модели датчиков угловых скоростей БИНС:

- $w_{0x} = w_{0y} = w_{0z} = 5 * 10^{-5} [\text{рад} / \text{сек}]$ – смещение нулевого сигнала ДУСов;

- $\sigma_{w_x \text{ дрейф}} = \sigma_{w_y \text{ дрейф}} = \sigma_{w_z \text{ дрейф}} = 1 * 10^{-4} [\text{рад} / \text{сек}]$ – СКО дрейфа ДУСов;

- $\tau_{w_x \text{ дрейф}} = \tau_{w_y \text{ дрейф}} = \tau_{w_z \text{ дрейф}} = 100 [\text{сек}]$ – время корреляции дрейфа ДУСов;

- $\sigma_{w_x} = \sigma_{w_y} = \sigma_{w_z} = 10^{-3} [\text{рад} / \text{сек}]$ – СКО случайных аддитивных погрешностей ДУСов;

➤ Параметры модели БИНС:

- Частота работы: 400 [Гц];

➤ Параметры многоканального приемника – ГНСС:

- Частота работы: 10 [Гц];

- $\sigma_{X_\Gamma}^{\text{НКА}} = \sigma_{Y_\Gamma}^{\text{НКА}} = \sigma_{Z_\Gamma}^{\text{НКА}} = 2 [\text{м}]$ – СКО погрешности в определении координат, вносимые бортовой аппаратурой НКА;

- $\sigma_{X_\Gamma} = \sigma_{Y_\Gamma} = \sigma_{Z_\Gamma} = 10 [\text{м}]$ – СКО случайных аддитивных ошибок координат местоположения БЛА;

- $\tau_{X_\Gamma} = \tau_{Y_\Gamma} = \tau_{Z_\Gamma} = 1 [\text{сек}]$ – время корреляции случайной аддитивной ошибки оценивания координат;

- $\sigma_{V_{X_\Gamma}^{\text{сист.}}} = \sigma_{V_{Y_\Gamma}^{\text{сист.}}} = \sigma_{V_{Z_\Gamma}^{\text{сист.}}} = 0.01 [\text{м} / \text{сек}]$ – СКО систематической погрешности определения компонент вектора скорости БЛА;

- $\sigma_{V_{X_\Gamma}} = \sigma_{V_{Y_\Gamma}} = \sigma_{V_{Z_\Gamma}} = 0.1 [\text{м} / \text{сек}]$ – СКО случайных аддитивных ошибок оценивания проекций вектора скорости БЛА;

- $\tau_{V_{X_\Gamma}} = \tau_{V_{Y_\Gamma}} = \tau_{V_{Z_\Gamma}} = 1 [\text{сек}]$ – время корреляции случайной аддитивной ошибки оценивания компонент вектора скорости;

➤ Параметры барометрического высотомера:

- Частота работы: 100 [Гц];

- $\sigma_{H_{\text{дин}}} = 0.3 [\text{м}]$ – СКО динамической ошибки баровысотомера;

- $\tau_{H_{\text{дин}}} = 3 [\text{сек}]$ – время корреляции динамической ошибки баровысотомера;

- $\sigma_H = 10 [\text{м}]$ – СКО случайной аддитивной ошибки баровысотомера;

➤ Время моделирования – 150 [сек].

Результаты моделирования

Эксперимент №1: В данном сеансе работы программного комплекса проводилось моделирование схем комплексирования при исправном функционировании всех навигационных измерителей (коррекция высоты по сигналу ГНСС – приемника).

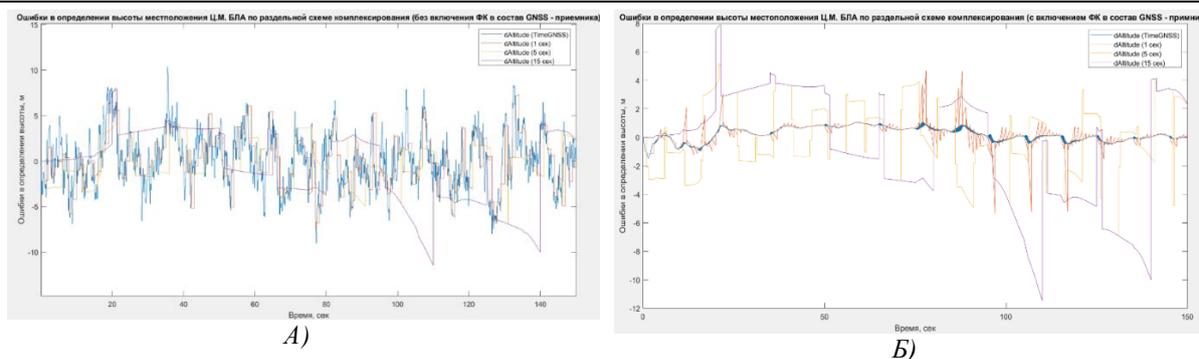


Рисунок 3 – Ошибки в определении высоты БЛА по раздельной схеме комплексирования
 А) – с включением фильтра Калмана в состав ГНСС –приемника
 Б) – без включения фильтра Калмана в состав ГНСС –приемника

Как видно из вышеприведенных результатов, наличие в составе ГНСС –приемника алгоритма оптимальной фильтрации позволяет получать довольно точное определение высоты

местоположения БЛА при высокой частоте перезапуска раздельной схемы комплексирования.

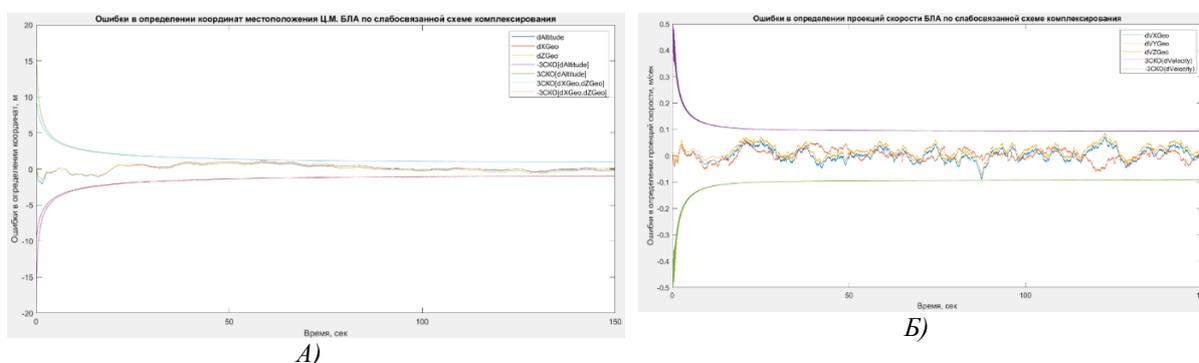


Рисунок 4 – Ошибки в определении координат местоположения и проекций скорости БЛА по слабосвязанной схеме комплексирования

В случае исправного функционирования всех навигационных измерителей, когда вектор измерений Y имеет структуру как в (14), ошибки в определении координат и проекций скорости БЛА находятся в пределах ± 3 СКО ошибок их оценивания, т.е. происходит оптимальное оценивание погрешностей БИНС, что позволяет

компенсировать уходы данной навигационной системы.

Кроме того, при наличии в вертикальном канале такого измерителя как барометрический высотомер возможно проводить оценивание систематических ошибок акселерометров/ДУСов более точно, чем при измерении высоты только с помощью БИНС и ГНСС –приемника.

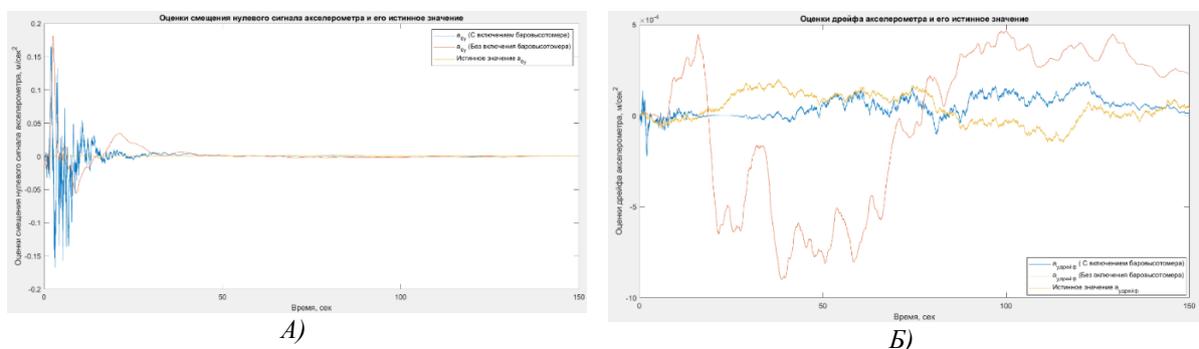


Рисунок 5 – Оценки погрешностей акселерометра (вертикальный канал)
 А) – Оценки и истинное значение смещения нулевого сигнала акселерометра
 Б) – Оценки и истинное значение дрейфа акселерометра

Из – за того, что погрешности акселерометров и ДУСов являются ненаблюдаемыми, точно получать их оценки весьма затруднительно.

Однако, варьируя значениями дисперсий в ковариационной матрице измерений R (13), возможно добиться более точной выработки

фильтром Калмана оценок компонент вектора состояния.

На основе приведенных выше результатов можно сделать некоторые замечания:

- Оценка нулевого сигнала акселерометра начинает сходиться быстрее к истинному значению при использовании корректирующей информации в вертикальном канале от барометрического высотомера – 50 сек. против 110 сек. в случае использования коррекции высоты с помощью ГНСС – приемника;

- Оценка дрейфа акселерометра начинает проявлять схожее поведение с истинным значением в районе 40 сек. в том случае, когда корректирующей информацией по высоте является сигнал барометрического высотомера.

Эксперимент №2: В текущем сеансе работы программного комплекса проводилось моделирование схем комплексирования при кратковременном пропадании сигналов ГНСС.

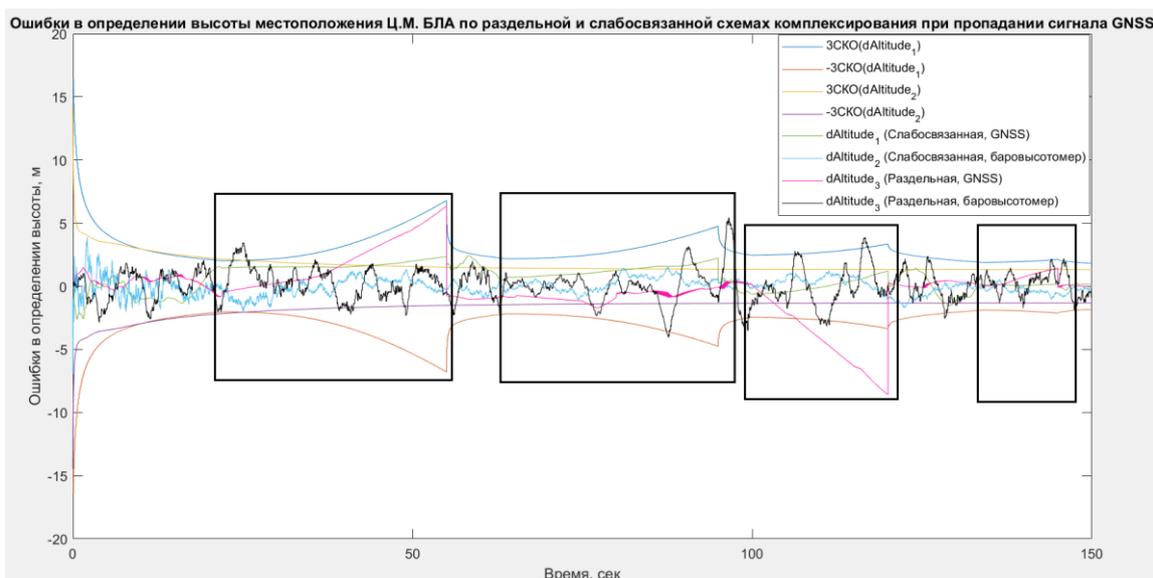


Рисунок 6 – Ошибки в определении высоты местоположения БЛА по раздельной и слабосвязанной схемах комплексирования в условиях пропадания сигнала ГНСС

На вышеприведенном графике черными областями выделены те временные отрезки, при которых коррекция получаемого навигационного решения по сигналам ГНСС – приемника не проводилась.

Временные интервалы, при которых не было коррекции по ГНСС:

- *Интервал №1* – продолжался с 22 по 55 секунду, в момент потери сигнала ГНСС БЛА совершал маневр – подъем с текущей высоты – 25 метров на высоту 34 метра;

- *Интервал №2* – продолжался с 64 по 95 секунду, в момент потери сигнала ГНСС БЛА совершал горизонтальный полет на высоте 30 метров;

- *Интервал №3* – продолжался с 100 по 120 секунду, в момент потери сигнала ГНСС БЛА совершал маневр – спуск с текущей высоты – 80 метров на высоту 60 метров;

- *Интервал №4* – продолжался со 135 по 145 секунду, в момент потери сигнала ГНСС БЛА совершал горизонтальный полет на высоте 10 метров.

Раздельная схема комплексирования (коррекция высоты по сигналу ГНСС):

На основе полученных результатов работы данной архитектуры можно сделать следующие выводы:

- На тех вышеуказанных временных интервалах, где БЛА совершал маневр (подъем / спуск на заданную высоту), ошибка в определении высоты местоположения БЛА схожа с аналогичной погрешностью БИНС;

- В случае же выполнения горизонтального полета БЛА погрешность в определении высоты имеет сравнительно медленную тенденцию к росту, чем при маневрировании.

Раздельная схема комплексирования (коррекция высоты по сигналу барометрического высотомера):

Ошибка в определении высоты местоположения БЛА находится в пределах ± 2 м, когда не пропадает сигнал ГНСС – приемника, в противном случае – наблюдается возрастание амплитуды ошибки вследствие отсутствия коррекции вертикальной составляющей проекции скорости БЛА.

Слабосвязанная схема комплексирования (коррекция высоты по сигналу ГНСС):

Касательно данного варианта комплексирования навигационной информации по приведенным выше результатам можно сделать следующее замечание:

При осуществлении полета БЛА на указанных выше временных интервалах ошибка определения высоты претерпевает изменение. Погрешность

местоположения по высоте примерно еще 15 – 20 сек. после потери корректирующего сигнала ГНСС остается на приемлемом уровне из – за учета в уравнениях прогноза фильтра Калмана систематических ошибок акселерометров / ДУСов, но по истечении данного временного интервала точность комплексного решения начинает проявлять тенденцию к уменьшению.

Слабосвязанная схема комплексирования (коррекция высоты по сигналу барометрического высотомера):

Вертикальный канал в случае включения баровысотомера характеризуется высокой точностью и надежностью получаемого комплексного решения из – за своей независимости от корректирующего сигнала ГНСС.

Таблица 1

Статистические характеристики полученных комплексных решений

Особенность работы схемы	Раздельная схема				Слабосвязанная схема	
	Корр. высоты: сигнал ГНСС Частота перез.: 10 Гц	Корр. высоты: сигнал ГНСС Частота перез.: 0,2 Гц	Корр. высоты: сигнал баров. Частота перез.: 10 Гц	Корр. высоты: сигнал баров. Частота перез.: 0,2 Гц	Корр. высоты: сигнал ГНСС	Корр. высоты: сигнал баров.
СКО, м	0,73	2,9	1,67	2,59	0,6	0,57

Список сокращений, используемых в Таблице 1:

- Корр.** – коррекция;
- Баров.** – баровысотомер;
- Перез.** – перезапуск.

Заключение

Таким образом, подводя итог вышесказанному, можно сделать следующие выводы:

1) Предложена структура раздельной схемы комплексирования БИНС/ГНСС, в которой кроме периодического перезапуска БИНС с начальными условиями от ГНСС – приемника присутствует оптимальная фильтрация показаний данного устройства, а также алгоритмы предварительной обработки данных чувствительных элементов БИНС. Стоит отметить, что значение СКО получаемого навигационного решения в случае коррекции по сигналам ГНСС напрямую зависит от качества приема самого сигнала в момент перезапуска схемы;

2) Разработан алгоритм комплексирования данных навигационных измерителей по слабосвязанной схеме, основным достоинством которого является использование в вертикальном канале барометрического высотомера, обеспечивающего приемлемую точность, а также, что не мало важно – надежность комплексного решения при потере корректирующих сигналов ГНСС – приемника;

3) На основе описанных алгоритмов был реализован программный комплекс, позволяющий проводить имитационное моделирование комплексных систем навигации при различных режимах их работы и в условиях неполной информации об измерениях. По полученным результатам возможно оценивать точность получаемого решения.

Библиографический список

1. Zakriya Mohammed, Ibrahim (Abe) M. Elfadel, Mahmoud Rasras. Monolithic Multi Degree of Freedom (MDoF) Capacitive MEMS Accelerometers // Micromachines, 16 November 2018, vol. 9, no. 11. DOI: 0.3390/mi9110602
2. Гоголев А.А., Горобинский М.А. Определение собственного положения микробеспилотного летательного аппарата в условиях замкнутого пространства // Труды МАИ. 2018. № 101. URL: <https://mai.ru/publications/index.php?ID=97029>
3. Красильщиков М.Н., Серебряков Г.Г. Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. – 556 с.
4. Савельев В.М., Антонов Д.А. Выставка бесплатформенной инерциальной навигационной системы беспилотного летательного аппарата на подвижном основании // Труды МАИ. 2011. № 45. URL: http://trudymai.ru/published.php?ID=25497&PAGEN_2=2
5. Колосовская Т.П. Субоптимальный алгоритм оценивания и параметрической идентификации для навигационных систем летательных аппаратов и других подвижных объектов на основе информации магнитного поля Земли // Труды МАИ. 2016. № 88. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=70666>
6. Alex G Quinchia, Gianluca Falco, Emanuela Falletti, Fabio Dosis. A Comparison between different error modeling of MEMS applied to GPS / INS

integrated systems // *Sensors* (Basel), 24 July 2013, vol. 13, no. 3, pp. 9549 – 9588. DOI:10.3390/s130809549

7. Calogero Cristodaro, Laura Ruotsalainen, Fabio Dovis. Benefits and Limitations of the Record and Replay Approach for GNSS Receiver Performance Assessment in Harsh Scenarios // *Sensors*, 7 July 2018, vol. 18, no. 7. DOI: 10.3390/s18072189

8. Liu Hong Dan, Shu Xiong Ying, Li Xi Sheng. Application Of Strongly Tracking Kalman Filter In MEMS Gyroscope Bias Compensation // 6th International Conference on Advanced Materials and Computer Science, ISAMCS 2017. DOI: 10.23977/icamcs.2017.1004

9. Accelerometer Errors, 9 July 2015. URL: <http://kionixfs.kionix.com/en/document/AN012%20Accelerometer%20Errors.pdf>

10. Vlada Sokolović, Goran Dikić, Rade Stančić. Adaptive Error Damping in the Vertical Channel of the Ins/Gps/Baro – Altimeter Integrated Navigation System // *Scientific Technical Review*, 2014, vol. 64, no. 2, pp. 14 – 20.

11. Alberto Manero Contreras, Chingiz Hajiyev. Fault Tolerant Integrated Barometric-Inertial GPS Altimeter // 7th European conferences for aeronautics and aerospace science (EUCASS), 2017. DOI: 10.13009/EUCASS2017 – 62

12. Tang. Pham Van, Thang Nguyen Van, Duc Anh Nguyen, Trinh Chu Duc. 15 – State Extended Kalman Filter Design for INS / GPS Navigation System // *Journal of Automation and Control Engineering*, January 2015, vol. 3, no. 2, pp. 109 -114. DOI: 10.12720/joace.3.2.109-114

13. Beard & McLain. *Small Unmanned Aircraft*, Princeton University Press, 2012. URL: <https://uavbook.byu.edu/doku.php>

14. Yan Chen, Dan Li, Yanhai Li, Xiaoyuan Ma. Use Moving Average Filter to Reduce Noises in Wearable PPG During Continuous Monitoring // *EAI International Conference on Wearables in Healthcare*,

Budapest, Hungary, vol. eHealth 2016, LNICST 181, pp. 193 – 203. DOI: 10.1007/978-3-319-49655-9_26

15. Mushfiqul Alam, Jan Rohac. Adaptive Data Filtering of Inertial Sensors with Variable Bandwidth // *Sensors*, February 2015, vol. 15, no. 2, pp. 3282 - 3298. DOI: 10.3390/s150203282

16. Paola Pierleoni, Alberto Belli, Lorenzo Maurizi, Lorenzo Palma. A Wearable Fall Detector for Elderly People Based on AHRS and Barometric Sensor // *Sensors*, September 2016, vol. 16, no. 17, pp. 1 - 1. DOI: 10.1109/JSEN.2016.2585667

17. Wenjiao Xiao, Zgu, Yu. An Unconventional Multiple Low-Cost IMU and GPS-Integrated Kinematic Positioning and Navigation Method Based on Singer Model // *Sensors*, October 2019, vol. 19, no. 19. DOI: 10.3390/s19194274

18. Веремеенко К.К., Галай И.А. Разработка алгоритма калибровки инерциальной навигационной системы на двухосном испытательном стенде // *Труды МАИ*. 2013. № 63. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=36139>

19. Кузнецов И.М., Пронькин А.Н., Веремеенко К.К. Навигационный комплекс аэропортового транспортного средства // *Труды МАИ*. 2011. № 47. URL: <http://trudymai.ru/published.php?ID=26966>

20. Vishal Awasthi, Krishna Raj. A Comparison of Kalman Filter and Extended Kalman Filter in State Estimation // *International Journal of Electronics Engineering*, 2011, vol. 3, no. 1, pp. 67 – 71.

21. Logah Perumal. Representing Rotation in Simulink using Quaternion // *Applied Mathematics & Information Science*, 1 April 2014, vol. 8, no. 1L, pp. 267 – 272. DOI: 10.12785/amis/081L34

22. VectorNav Embedded Navigation Solutions. VN – 100 User Manual. URL: <https://www.eol.ucar.edu/system/files/VN100manual.pdf>

ГРНТИ 20.01.07
УДК 004

Volosatova T.M.
candidate of technical sciences, associate professor,
Bauman Moscow State Technical University
Kiselev I.A.
candidate of technical sciences, associate professor,
Bauman Moscow State Technical University
Knyazeva S.V.
2nd year master's student,
Bauman Moscow State Technical University

MULTITHREADING IN POSIX STANDARD

Волосатова Тамара Михайловна
кандидат технических наук, доцент,
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана
Киселев Игорь Алексеевич
кандидат технических наук, доцент,
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана
Князева Светлана Владимовна
магистрант 2-го курса,
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана

МНОГОПОТОЧНАЯ ОБРАБОТКА В POSIX СТАНДАРТЕ

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.214](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.214)

Summary. The article discusses the implementation of multithreading for computing and data processing. The differences between thread level parallelization and process level parallelization are described. Basic terms of Pthread standard for multithreading process implementation are considered.

Аннотация. В статье рассматривается реализация многопоточного подхода для вычислений и обработки данных. Описываются отличия распараллеливания на уровне потоков от распараллеливания на уровне процессов. Рассмотрены основные положения стандарта Pthreads для реализации многопоточной обработки.

Key words: multithreading, POSIX Threads standard, thread level parallelization, process level parallelization, mutex

Ключевые слова: многопоточная обработка, POSIX Threads стандарт, распараллеливание на уровне потоков, распараллеливание на уровне процессов, мьютекс

Введение. Большинство современных ОС (операционные системы) обладают свойством многозадачности, под которым понимается обеспечение возможности параллельной (или псевдопараллельной) обработки нескольких процессов. Каждая из задач может выполняться, используя несколько потоков обработки, что значительно повышает производительность вычислений. Многопоточная обработка позволяет разработчику проще масштабировать пользовательские приложения и сервера. В настоящее время данный подход нашел широкое применение, однако при его реализации значительно усложняется разработка программного кода и его последующая отладка.

Под потоками подразумевают множественные нити исполнения в одном процессе. По сути это базовая единица загрузки ЦПУ (центральное процессорное устройство), состоящая из идентификатора потока, счетчика, регистров и стека. Потоки внутри одного процесса делят секции кода, данных, а также различные ресурсы.

Основная часть. Исторически использование подхода к распараллеливанию на основе потоков

возник, как средство непосредственного распараллеливания вычислений, при решении которого возникало множество проблем, таких как манипулирование потоками. Это приводило к ряду проблем: взаимоблокировкам (deadlocks), активным блокировкам (livelocks), очередям на блокировках (lock convoys), «топтанию потоков на месте» (two-step dances), конкуренции за блокировки (race conditions), превышению лимита (oversubscription) и множестве других нежелательных влияний при реализации параллельных вычислений.

Распараллеливание на уровне потоков отличается от распараллеливания на уровне процессов. Создание потоков в отличие от процессов требует от ОС меньших ресурсов. ОС изолирует потоки в гораздо меньшей степени, нежели процессы [1]. Все потоки одного процесса используют общие файлы, таймеры, устройства, одну и ту же область оперативной памяти, одно и то же адресное пространство, а так же следующие атрибуты:

- идентификаторы процесса и его родителя;
- идентификаторы сессии;

- учетные данные процесса (идентификаторы пользователя и группы);
- дескрипторы открытых файлов;
- блокировки записей;
- действия сигналов;
- информация, относящаяся к файловой системе (как пример: текущий и корневой каталоги);
- интервальные и POSIX-таймеры;
- значения семафоров и мьютексов;
- ограничения на ресурсы;
- потребленное процессорное время;
- использованные ресурсы и ряд других.

Важно отметить, что данные атрибуты являются глобальными, т.е. они разделяют одни и те же глобальные переменные. Поскольку каждый поток может иметь доступ к любому виртуальному адресу процесса, один поток может использовать стек другого потока.

Между потоками одного процесса нет того, что называют полной защитой, это объясняется тем, что в этом нет необходимости, поскольку для организации взаимодействия и обмена данными потокам не требуется обращаться к ОС, им достаточно использовать общую память: один поток записывает данные, другой считывает их, с другой стороны, потоки разных процессов по-прежнему хорошо защищены друг от друга (обеспечение thread safety).

Распараллеливание на уровне потоков считается более эффективным подходом. Каждый поток имеет собственный счетчик команд и стек. Задача, решаемая в виде нескольких потоков в рамках одного процесса, может быть выполнена быстрее за счет того, что называют псевдопараллельным выполнением отдельных ее частей.

Особенно эффективно можно использовать многопоточность для выполнения распределенных приложений, например, многопоточный сервер может параллельно выполнять запросы сразу от нескольких клиентов. Наибольший эффект от введения многопоточности при обработке запросов достигается в системах, которые принято называть мультипроцессорными системами, в которых потоки, в том числе и принадлежащие одному процессу, могут выполняться на разных процессорах действительно параллельно, а не псевдопараллельно.

Раньше одновременное исполнение потоков на одноядерных ЦПУ было невозможно. Сейчас вся ВТ (вычислительная техника) строится на основе использования многоядерных процессоров, начиная от смартфонов до персональных компьютеров (ПК). Таким образом, в настоящее время у большинства ВТ есть низкоуровневая аппаратная поддержка, позволяющая им одновременно выполнять несколько потоков.

В конце 1980-х и начале 1990-х годов было несколько разных программных интерфейсов (API) для работы с потоками, а в 1995 году в стандарте

POSIX.1 был описан API-интерфейс POSIX-потоков, который позже вошел в состав стандарта SUSv3, используемый по настоящее время.

Pthreads это стандарт POSIX-реализации потоков, который существует для ОС, таких как Unix и Windows [2]. Заголовочный файл, который необходимо подключить для его использования - pthread.h.

Сразу после первого обращения к программе, т.е. его запуска, итоговый процесс состоит из одного потока, который называют исходным или главным. Далее необходимо создать новый поток, для чего используется функция: `int pthread_create(pthread_t *thread, const pthread_attr_t *attr, void *(*start)(void *), void *arg)`, где:

- `thread` - адрес для хранения идентификатора создаваемого потока типа `pthread_t`;

- `start` - указатель на потоковую `void *` функцию (сама функция принимает бестиповый указатель в качестве единственной переменной);

- `arg` - бестиповый указатель, содержащий аргументы потока (`arg` указывает на глобальную или динамическую переменную, если вызываемая функция не требует наличия аргументов, то в качестве `arg` - указать `NULL`);

- `attr` - бестиповый указатель атрибутов потока `pthread_attr_t`. (если этот аргумент = `NULL`, то поток создается с атрибутами по умолчанию) [3].

Поток завершает выполнение задачи когда:

- потоковая функция выполняет `return` и возвращает результат произведенных вычислений;

- в результате вызова завершения исполнения потока `pthread_exit()`;

- в результате вызова отмены потока `pthread_cancel()`;

- одна из нитей совершает вызов `exit()`;

- основная нить в функции `main()` выполняет `return`, и в таком случае все нити процесса резко сворачиваются.

Функция `void pthread_exit(void *value_ptr)` - завершает исполнение потока/нити и освобождает всю память, занятую данными нити.

В отличие от функции `exit`, функция `pthread_exit` не очищает ресурсы системы (т.е. например открытый файл, куда идет запись - останется). Следует учитывать, что если нить выходит с помощью `pthread_exit()` остальные нити будут исполняться. Если выход происходит через `exit()` или `return`, то нити исполняться не будут. Поэтому, целесообразно всегда завершать работу с помощью `pthread_exit()`, иначе может произойти неявный вызов `exit()`.

Функция `int pthread_join (pthread_t THREAD_ID, void ** DATA)` предназначена для ожидания завершения потока обозначенного `THREAD_ID`. Фактически эта функция нужна для синхронизации потоков.

Если этот поток к тому времени был уже завершен, то функция немедленно возвращает значение.

Функция `int pthread_cancel(pthread_t thread)` отменяет выполнение заданного потока, где:

– `pthread_t` - идентификатор потока, если не получается найти поток по его идентификатору, то функция завершается ошибкой.

Функция `int pthread_mutex_lock(pthread_mutex_t *mutex)` блокирует объекта мьютекса, на который ссылается мьютекс, где:

– `pthread_mutex_t *mutex` – ссылка на объект мьютекса.

Если мьютекс уже заблокирован, вызывающий поток блокируется до тех пор, пока мьютекс не станет доступен.

В зависимости от поставленной задачи возможно использование следующих типов мьютексов:

– `PTHREAD_MUTEX_NORMAL` – нельзя отследить взаимные блокировки, т.е. при попытке повторно заблокировать мьютекс возникает тупиковая ситуация. Если поток пытается разблокировать мьютекс, который он не заблокировал, или мьютекс, который разблокирован, возникает неопределенная ситуация.

– `PTHREAD_MUTEX_ERRORCHECK` – присутствует проверка ошибок. Если поток пытается повторно заблокировать мьютекс, который он уже заблокировал, возвращается код ошибки. Если поток пытается разблокировать мьютекс, который он не заблокировал, или мьютекс, который разблокирован, так же происходит возврат кода ошибки.

– `PTHREAD_MUTEX_RECURSIVE` – присутствует счетчик блокировок. Когда потоку первый раз передается мьютекс, то счетчик блокировок равен единице. Каждый раз, когда поток повторно блокирует этот мьютекс, счетчик блокировок будет увеличиваться на единицу. Каждый раз, когда поток разблокирует мьютекс, счетчик блокировок будет уменьшаться на единицу. Когда счетчик блокировок достигает нуля, мьютекс доступен для блокировки другим потоками. Если поток пытается разблокировать

мьютекс, который он не блокировал, или мьютекс, который разблокирован, возвращается код ошибки.

– `PTHREAD_MUTEX_DEFAULT` – попытка рекурсивной блокировки мьютекса приводит к неопределенному поведению. Попытка разблокировать мьютекс, если он не был заблокирован вызывающим потоком, приводит к неопределенному поведению. Попытка разблокировать мьютекс, если он ничем не заблокирован так же приводит к неопределенному поведению.

Функция `int pthread_mutex_trylock(pthread_mutex_t *mutex)` дает возможность попытаться заблокировать поток, а функция `int pthread_mutex_unlock(pthread_mutex_t *mutex)` разблокирует поток и освобождает мьютекс в любом случае.

Заключение. Технология использования многопоточного подхода при распараллеливании программ имеет большое значение в современном мире и знания о структуре многопоточных приложений необходимо для её реализации.

Ключевой особенностью потоков является более простой обмен информацией по сравнению с процессами. Поэтому некоторые программные архитектуры лучше ложатся на многопоточный подход, чем на многопроцессный. В этих ситуациях потоки могут демонстрировать лучшую производительность (например, поток создается быстрее, чем процесс), однако этот фактор обычно является вторичным при выборе между потоками и процессами.

Список литературы:

1. Таненбаум Э., Архитектура компьютера. 5-е издание – СПб. «Питер», 2011, 843с. – ISBN 978-5-469-012740.
2. Abraham Silberschatz, Peter B. Galvin Greg Gagne, Operating System Concepts. 9-th ed. – Wiley, 2012, 992 pp. – ISBN 978-1-118-559635.
3. Michael Kerrisk, Linux Programming Interface. – No Starch Press, 2010, 1552 pp. – ISBN 978-1-593-272203.

Emanov V.

*candidate of military sciences, head of the faculty of logistics,
National Academy of the National Guard of Ukraine*

Kokhanenko V.B.

*candidate of technical sciences, associate professor,
National University of Civil Defence of Ukraine*

Manuilov V.

*senior lecturer of the department armored vehicles,
National Academy of the National Guard of Ukraine*

Sporyshev K.

*candidate of technical sciences,
deputy head of the department armored vehicles,
National Academy of the National Guard of Ukraine*

DETERMINATION OF SCREEN INFLUENCE AND DEFECTS IN THE TIRE FOR ITS OPERATION EMERGENCY AND RESCUE CARS

Єманов В.В.

*кандидат військових наук, начальник факультету логістики,
Національна академія Національної гвардії України*

Коханенко В.Б.

*кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет цивільного захисту України*

Мануйлов В.М.

*Старший викладач кафедри автобронетанкової техніки,
Національна академія Національної гвардії України*

Споришев К.О.

*кандидат технічних наук,
заступник начальника кафедри автобронетанкової техніки,
Національна академія Національної гвардії України*

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕКРАНУ ТА ДЕФЕКТІВ В ШИНІ НА ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЮ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИМИ АВТОМОБІЛЯМИ

DOI: [10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.215](https://doi.org/10.31618/ESSA.2782-1994.2021.3.76.215)

Summary. The issue of increasing the safety of rescue vehicles to the place of emergency at the maximum possible speeds is considered. It is established that the presence of the screen impairs the heat dissipation from the frame and from all layers of the tire, which increases their thermal stress. The second layer of the breaker is the most thermally stressed. It is determined that the presence of defects also worsens the conditions of heat removal from the tire. These studies confirm the need to monitor the condition of ambulance tires. Substantiated proposals for the construction of rescue vehicles tires.

Анотація. Розглядається питання підвищення безпеки проходження аварійно-рятувальних автомобілів до місця виникнення надзвичайної ситуації на максимально можливих швидкостях руху. Встановлено, що наявність екрану погіршує тепловідвід з каркаса і з усіх шарів шини, чим підвищує їх термонапружений стан. Найбільш термонапруженим є другий шар брекера. Визначено, що наявність дефектів також погіршує умови відводу тепла від шини. Ці дослідження підтверджують необхідність контролю за станом шин аварійно-рятувальних автомобілів. Обґрунтовані пропозиції до конструкції шин аварійно-рятувальних автомобілів.

Key words: rescue vehicle, pneumatic tire, radial (diagonal) construction, temperature, defects, reliability.

Ключові слова: аварійно-рятувальний автомобіль, пневматична шина, радіальна (діагональна) конструкція, температура, дефекти, надійність.

Постановка проблеми. В сучасних шинах стали застосовувати металокард в брекері для збільшення жорсткості і шар, що екранується, для його додаткового захисту. Ці конструктивні рішення дозволили зменшити вагу шини, збільшити навантаження на неї і швидкість її кочення. Однак, з'явилися і недоліки. Вони стали більш складними в виготовленні, а в експлуатації для них притаманні дефекти, котрі характерні для композитів з різномірних, в даному випадку

гумокардних матеріалів. Дефектами композитів, які найчастіше зустрічаються, є втомливі руйнування їх складових, вірогідність виникнення яких, збільшується зі збільшенням габаритів виробів, тобто для шин вантажних автомобілів. В дійсний час по таким дефектам виходять з експлуатації 50-70% шин [1], що не дозволяє реалізувати ресурс шини по зношенню протектора та робить їх непридатними для наступного відновлювального ремонту. В зв'язку з цим,

необхідно обґрунтовано довести необхідність комплектування аварійно-рятувальних автомобілів шинами спеціальної (посиленої) конструкції, шляхом експериментів визначити та запропонувати їх основні складові елементи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі [1] встановлено, що основна робота, що затрачується на кочення шини, перетворюється в тепло, яке викликає загальне підвищення температури шини. Критичною температурою в шині, котра викликає розрив ниток корда є перевищення температури вулканізації шини, а саме 115°C. В роботі [2] визначено, що інтенсивність теплоутворення в шині при збільшенні швидкості руху від 40 до 120 км / ч збільшується в 2,5 – 3,0 рази. Тепловий стан шини визначається сукупністю значень температури у всіх її точках і в кожен момент часу, званих температурним полем шини. Це найбільш яскраво проявляється на початку руху шини, коли її температура дорівнює температурі навколишнього середовища. У цей момент теплоутворення значно більше тепловіддачі, і температура шини швидко зростає. Згідно [3] з підвищенням температури тепловіддача зростає, темп зростання температури зменшується, і через певний час температурне поле з прийнятими припущеннями стає стаціонарним. Дія періодичних навантажень призводить до багаторазових деформацій шини. Пов'язане з цим виділення тепла, а також гістерезисні властивості шинних матеріалів, що змінюються з часом і в міру розігріву шини, прискорюють ослаблення молекулярних зв'язків, викликають розрив найбільш напружених ланцюгів молекул, що призводить до утворення мікротріщин. В роботі [4] визначено, що локальні дефекти - мікротріщини всередині шини є додатковим джерелом теплоутворення. А оскільки і амплітуди динамічних деформацій шини знаходяться в тісному взаємозв'язку з її максимальною температурою, то температура в різних зонах автомобільної шини характеризує її напружено-деформований стан і наявність дефектів [3]. Отже, знаючи температурні поля шини по її шарам і в різних зонах можна впевнено судити про її працездатність. Однак, в роботі розглядається експлуатація шин транспортних автомобілів, без перевантажень та критичних швидкостей руху, що має місце серед пожежних та аварійно-рятувальних автомобілів. В роботі [6] було розглянуто питання щодо досліджень міцності та удосконалення будови каркасу шини звичайних шин транспортних автомобілів. Питання міцності каркасу шин спеціальних автомобілів та аварійно-рятувальних не розглядаються. Отже необхідно визначити вплив конструктивних особливостей шини на режими експлуатації аварійно-рятувальних автомобілів. З роботи [7] випливає, що шину можливо представити як гнучку поверхню та нелінійними кінцевими елементами описати процес взаємодії шини з дорогою. Однак умови експлуатації шини розглядаються звичайні, без перевантажень, котрі

притаманні аварійно-рятувальним автомобілям. На підставі даних в роботі [8] фізичні властивості шинних матеріалів розглядають в стаціонарних умовах експлуатації, без можливих дефектів їх поєднання в загальній конструкції шини. В роботі [9] автори проводили аналіз анізотропних властивостей під час великих деформацій різноманітних резин. Однак, всі дані проводилися в сталих режимах дослідження. Автор роботи [10] стверджує, що вже існує подібна модель моделі шини, з урахуванням особливостей її конструкції. Однак, питання розробки спеціальної моделі шини для особливих умов експлуатації на аварійно-рятувальних автомобілях не розглядається. В роботі [11] можливо визначити довготривалість роботи виробу до виходу його з експлуатації. Однак, необхідно мати дані з експерименту по термонапруженому стану шини, яка перебуває в складних умовах експлуатації, тобто з перевантаженнями на неї, зі значними швидкостями руху по поганим дорогам і таке інше. Тому постала необхідність у визначенні впливу конструктивних елементів шини на її термонапружений стан, з метою його зниження, а значить підвищення безпеки експлуатації аварійно-рятувальних автомобілів.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є визначення впливу конструктивних елементів шини на безпеку руху аварійно-рятувальних автомобілів. Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- провести експериментальні дослідження з визначення впливу екрануючого шару на термонапружений стан шини;
- провести експериментальні дослідження з визначення впливу внутрішніх дефектів на теплоутворення в шині;
- провести експериментальні дослідження з визначення впливу зовнішніх дефектів на теплоутворення в шині;
- обґрунтувати пропозиції по конструкції шин аварійно-рятувальних автомобілів.

Викладення основного матеріалу. Завданням експериментальних досліджень є підтвердження результатів теоретичних висновків, розробка методів визначення дефектних зон шини в експлуатації. Для проведення експериментальних досліджень було підготовлено уніфікований для стендових і натурних випробувань комплект вимірювальної апаратури, використовувалися датчики для вимірювання температур [5], розроблені методики проведення експериментальних досліджень серійних і досвідчених шин. Експериментальні дослідження проводилися на барабанному стенді для обкатки шин. При проведенні експериментальних досліджень створювалися умови навантаження, відповідні експлуатаційних характеристик (навантаження на колесо, внутрішній тиск повітря) і визначалися параметри напружено-деформованого і теплового станів шини (питомий тиск на ребрах протектора, деформації всередині і

по боковині шини, її прогин, температура всередині і на поверхні гумового масиву шини, а також динаміка локальних змін температури в області дефекту) для порівняння з теоретичними результатами. Експериментальні дослідження проводилися на стендах з біговими барабанами випробувальної станції ВАТ «РОСАВА». Датчики для вимірювання температур - термомари встановлювалися на крайках брекера і в центрі шини [5]. Для проведення експерименту були зібрані такі шини: 175/70 R 13 моделі Бл 85 і моделі Ех 85, а також 205/70 R14 моделі ВД 220 як з

екрануючим шаром, так і без нього. Навантажувальні параметри відповідали експлуатаційним умовам навантаження шини (табл. 1). Тиск в шинах було вибрано нормативним, а швидкість підтримувалася середньої з встановлених меж для даних моделей шин. Навантаження ж вибиралося як максимальне, щоб визначити в шині максимально можливу температуру. Як відомо, тепловий стан шини залежить від властивостей її матеріалів, її конструкції, режиму роботи і тепловідведення в навколишнє середовище.

Таблиця 1.

Навантажувальні параметри досліджуваних шин

№ з/п	Типорозмір шини	Тиск повітря в шині, МПа	Навантаження, кН	Швидкість кочення по біговому барабану, м/с
1	175 / 70 R 13	0.2	4.5	10...25
2	205 / 70 R 14	0.21	5.0	10...25

Значить, за величиною температури елементів шини можна прогнозувати її працездатність. Імовірно, що в шинах, які мають екранує шар, температурний стан буде вище на першому шарі

брекера, в порівнянні з шинами без нього, тому що екранує шар перешкоджає тепловіддачі шини через протектор в навколишнє середовище, що і підвищує термонапружений стан її 1-го шару.

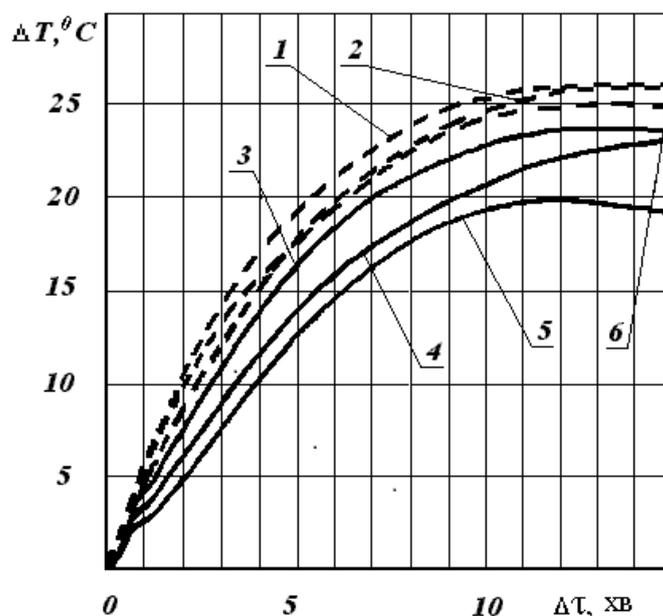


Рис. 1. Прирости температури першого шару різних шин: 1, 4 - шини 175/70 R13 моделі Бл 85; 2, 3 - шини 205/70 R14 моделі ВД 220; 5, 6 - шини 175/70 R13 моделі Ех 85; _____ шина без екрану; - - - - шина з екраном.

Кінцевою метою ставилося визначення наявності внутрішніх дефектів у шин, що у експлуатації, за її зародженні. Оскільки температура шини в зоні дефекту перевищує температурний стан шини в бездефектних зонах, стає можливим характеризувати придатність до

експлуатації шини за значеннями максимальних відхилень у показаннях її поверхневої температури. З графіків на цьому рисунку 2 бачимо, що в цілому, наявність екрану погіршує температурний стан шини.

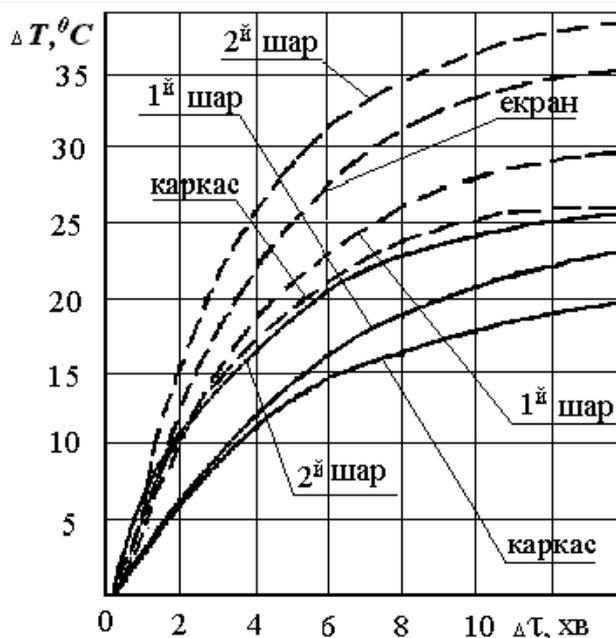


Рис. 2. Інтенсивність теплоутворення внутрішніх шарів шини 175/70 R13 Бл 85: _____ без екрану; ----- з екраном

Аналіз основних причин передчасного виходу з експлуатації шин показує, що значний відсоток руйнувань радіальних шин відбувається через наявність внутрішніх дефектів. Причому, дефекти через втомні руйнування виникають раптово, що призводить до аварійних ситуацій і суттєво знижує безпеку руху. У зв'язку з цим виникає необхідність у визначенні наявності внутрішніх дефектів при їх зародженні у шин, що знаходяться в експлуатації. Існує багато видів руйнувань, причиною яких є втома матеріалу. Це розриви та злами кордних шарів, розшарування гуми, відшарування гуми від корда, розтріскування [11]... Усі зазначені руйнування є внутрішніми дефектами шини, що ускладнює їх діагностику в процесі експлуатації. Наявність таких дефектів у шині під час руху транспортного засобу призводить до раптового, практично миттєвого, її руйнування та, часто, супроводжується дорожньо-транспортними пригодами з аварійними наслідками. Так, за статистикою Головного управління ДАІ України частка ДТП через раптове руйнування шин від загальної кількості ДТП з технічних несправностей становить у автобусів 10.3 %, вантажних автомобілів «КамАЗ» - 12 %, легкових автомобілів «Москвич» та «Жигулі» - понад 34 %. Найчастіше бувають аварії лише через неполадки в гальмівних системах. Наведена статистика говорить про те, що одним із шляхів підвищення безпеки руху автотранспортних засобів є своєчасне виявлення прихованих дефектів автомобільних шин та прогнозування їх поведінки. Встановлено, що довговічність сучасної радіальної шини з металокордом у брекері визначають такі фактори, як час до утворення та швидкість розростання тріщини у міжшарових гумах. Чим вище температура, яка залежить від напружено-деформованого стану шини та наявності

розшарування, тим вище швидкість розростання тріщини. У місці наявності розшарування або будь-яких інших дефектів конструкції шини, крім гістерезисних втрат у гумі, виникають втрати на тертя між шарами. Отже, у цих місцях будуть локальні перевищення температури [12]. При визначенні впливу внутрішніх дефектів шини на її внутрішній температурний режим у період кочення використовували заздалегідь закладені дефекти розміром 3×3 мм. Ці штучні дефекти були подібністю експлуатаційних дефектів розшарування і призводили до підвищеного нагрівання шини в цій зоні, по відношенню до бездефектних зон [10]. При аналізі температур визначили, що в момент встановлення тимчасової температурної рівноваги в бездефектних зонах температура в місці дефекту продовжувала збільшуватися.

Так, для шини 205/70 R14 температура в зоні дефекту складала 75 °C, що перевищило температуру, що встановилася, в бездефектній зоні на тому ж шарі, в подібному місці, на 25% (рис. 3). З раніше проведених досліджень, в результаті вимірювання внутрішніх полів температур, встановлено, що з початку кочення шини барабану стенду через 9 хв. температура у зоні дефекту шини перевищувала температуру інших (бездефектних) зонах на 4-10 °C. При визначенні впливу дефектів шини на поверхневий температурний режим користувалися переносним приладом часткового випромінювання «Пірометром 4П-01 «Смотрич»». Випробуванням підлягала серійна шина 205/70 R14. Було встановлено, що перевищення поверхневої температури в зоні дефекту по відношенню до максимальної температури в подібних бездефектних зонах становило 3 ... 5 °C [10, 12].

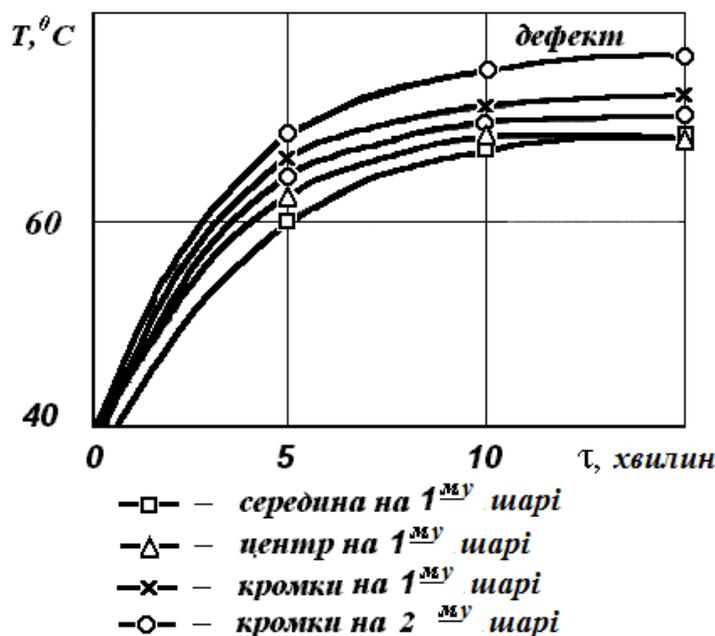


Рис. 3 Розподіл температур по шарах шини 205/70R14 ІД-220

Результати експериментальних досліджень представлені у табл. 2. З графіків, бачимо, що в зоні дефекту температура перевищила максимальну температуру бездефектних зон (на кромках по першому шару) на 14 %. До 15 хв. кочення шини температура як у місці дефекту, і у бездефектних зонах, стабілізувалася і становила: у місці дефекту – 64 °C; на кромках за першим шаром – 55 °C; на кромках по другому шару – 49 °C; у центрі за першим шаром – 43 °C. Температура у місці дефекту перевищила температуру бездефектних зон (на кромках другого шару) на 25 %. При порівнянні розподілів температур можна зробити

такі висновки: 1) Дефект впливає на термонапружений стан шини, і визначити цей вплив можливо вимірюванням температури безпосередньо в зоні дефекту; 2) При аналізі температурного стану бездефектних зон шини бачимо, що найбільша температура знаходиться на кромках брекера за їхнім першим шаром і на кромках брекера по їхньому другому шару шини 205/70 R14. Наявність екрануючого шару конструкції шини змінює розподіл максимальних температур по шарах шини в порівнянні з шинами 205/70 R14 без нього.

Таблиця 2.

Приріст температури (ΔT), 0C по 2-му шару шини 205/70R14

№ з/п	Місця установки тер-мопар, їх становище	Приріст часу ($\Delta \tau$), хв.						
		1	2	3	4	5	7	9
1	В центрі, з дефектом	9.1	14.3	18.2	20.8	23.4	29.9	33.8
2	В центрі, без дефекту	9.1	13	16.25	19.5	20.8	26.65	29.9

Більше термонапруженим по кромках брекера стає вже не перший шар, а другий, так як екран перешкоджає відводу тепла з шини через протектор в навколишнє середовище; 3) Більше напружено-деформований стан боковини та кромки брекера шини підтверджується її підвищеним термонапруженим станом у порівнянні з термонапруженим станом шарів у центрі шини на 22...23 %. Проведений у роботі [2] аналіз даних дорожніх випробувань легкових шин виробництва ВАТ «Росава» дозволив отримати розподіл втомливих руйнувань шин у процесі експлуатації: дефекти у плечовій зоні – 37...49 %, дефекти в області борту – 53...41 %, відшарування протектора – 2.5...0.5 %, тріщини на боковині шини – 4.2 ...3.1 % та інші дефекти – 3.3...6.4 %. До найпоширеніших видів втомного руйнування

відносяться дефекти в плечовій зоні та в області борту шини. Ці види руйнувань є наслідком експлуатаційних навантажень та порізів про бордюри та каміння. Для визначення впливу поверхневих дефектів у вигляді порізів, які можуть виникнути через механічні пошкодження шини, а також для оцінки впливу втомних руйнувань в її елементах, на інтенсивність теплоутворень у шині, в даній роботі проведено результати наступних досліджень [10]. Серія експериментів проводилася на барабанному шинообкатному стенді ВАТ "Росава". Для проведення досліджень було підготовлено шину 205/70 R14. Її підготовка полягала у нанесенні порізів на боковині шини, подібних до експлуатаційних дефектів. Дефекти наносили зовні на поверхні шини по боковині в наступному порядку: 1-й дефект – радіальний поріз

завдовжки 15 мм; 2-й дефект - поріз під кутом 45° завдовжки 15 мм; 3-й дефект – підрізана шашечка протектора у радіальному напрямку; 4-й дефект – меридіональний поріз завдовжки 15 мм. Глибина надрізу не перевищувала 2 мм. Дослідження проводилися у два етапи. На першому етапі при параметрах навантаження, відповідних нормальним експлуатаційним, шина розганялася до швидкості 25 ... 30 м / с і котилася протягом 20 хв. за біговим барабаном шинообкатного стенду. З другого краю етапі швидкість збільшили до 42 м/с. Внаслідок цього, збільшення температури в місцях дефектів, порівняно із загальною температурою в тих же зонах шини, склало 3...4 °С. При огляді самих дефектів збільшення довжини штучних порізів встановлено не було, проте було відмічено те, що береги порізів заглиблені всередину шини. Результати досліджень представлені на рис. 4. З графіків видно, що у перші 10 хв. розігрів дефектів шини відбувається найбільш інтенсивно, форма кривої залежності температури часу на ділянці від 0 до 8 хв. прямолінійна, а час, витрачений на нагрівання дефекту, залежить від його величини та

форми. Після 10 хв. кочення шини настає період її уповільненого нагрівання. Через 20 хв. кочення шини період уповільненого нагрівання змінюється інтенсивним нагріванням. Характерно, що протягом 20 хв. з початку кочення шини найбільшу інтенсивність мав перший дефект (радіальний поріз), оскільки він характеризується більшою роботою сил тертя на берегах розрізу.

Однак потім ще через 4 хв. кочення, досягнувши температури 77 °С, його інтенсивність зростання нагрівання припинилася. У той же час, інтенсивність нагрівання другого дефекту (порізу під кутом 45 °) залишалася колишньою, і через 34 хв. кочення шини температура за першим і другим дефектами склала 86 °С. Потім найбільша температура стала за другим дефектом. Перевищення температури в зоні другого дефекту по відношенню до третього та четвертого дефекту склала 11 і 10% відповідно, а по відношенню до першого дефекту – 2%. Перевищення температури в зоні першого дефекту по відношенню до третього та четвертого склало 8 та 9 % відповідно.

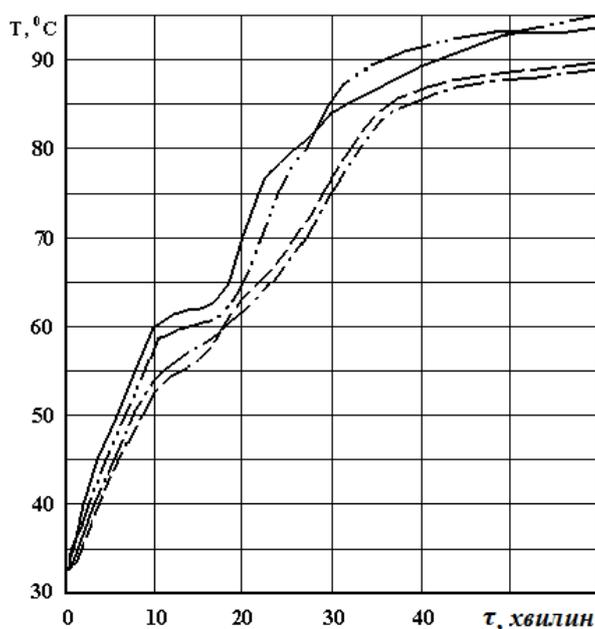


Рис. 4. Залежність температури на поверхні шини в області зовнішніх дефектів від часу її кочення на стенді при швидкості $V=25..42$ м/с: 1-го дефекту _____ (радіальний поріз довжиною 15 мм); 2-го дефекту _____ (поріз під кутом 45° завдовжки 15 мм); 3-го дефекту _____ (підрізана шашечка протектора в радіальному напрямку); 4-го дефекту _____ (меридіональний поріз довжиною 15 мм)

При аналізі інтенсивності зростання температури за третім та четвертим дефектами видно, що протягом 20 хв. від початку кочення шини максимальна температура була за третім дефектом, але після ділянки уповільненого розігріву характер кривої змінився. Так, за третім дефектом інтенсивність зростання спала, а по четвертому залишилася колишньою, що і призвело до подальшого підвищення температури в зоні четвертого дефекту на 1% по відношенню до третього. За підсумками проведеного експерименту можна дійти висновку, що у інтервалі часу 10...20

хв. з початку кочення шини зі швидкістю руху понад 30 м/с за її поверхневими температурними полями можна судити про наявність та величину дефектів. Перевищення температури у зоні дефекту, щодо інших зон, становило трохи більше 5 %. Однак, при значній кількості таких дефектів можливе їх злиття, а потім утворення тріщини. Для визначення впливу внутрішніх дефектів, що утворюються в результаті злиття мікротріщин, поганої адгезії гуми з кордом, або через виробничий дефект на температурні поля шини проводився наступний експеримент [13, 14].

Підготовка шин 205/70 R 14 та їх випробування проводились на обладнанні ВО «Білоцерковщина». Навантажувальні параметри при випробуваннях відповідали експлуатаційним, а саме: внутрішній тиск – 0.21 МПа, навантаження на шину – 5.0 кН, а швидкість кочення по біговому барабану – 10...20 м/с. Досліджувана шина мала пробіг 26.9 тис. км. на

шинообкатному стенді в прискореному режимі випробувань. Температуру на поверхні шини вимірювали у місцях можливої появи дефектів переносним пірометром часткового випромінювання 4П-01 «Смотрич». Результати випробувань представлені як діаграми на рис. 5.

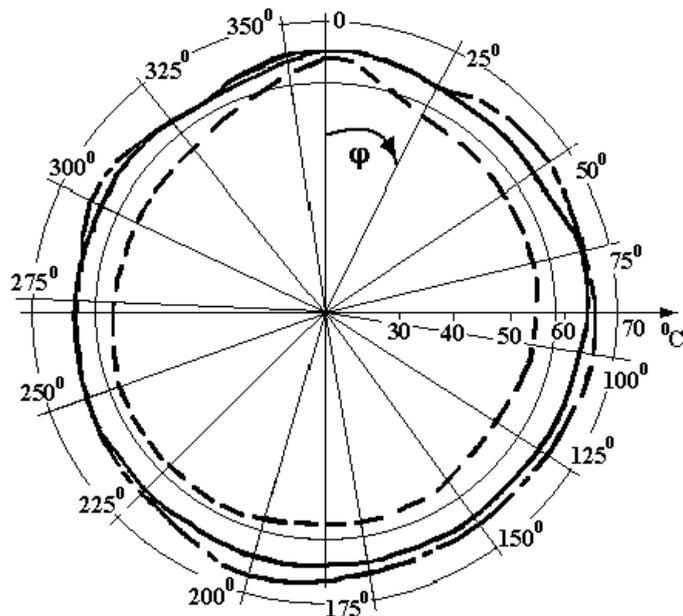


Рис. 5. Розподіл температури на поверхні шини 205/70 R 14: - - - - - 80 хв. котіння; _____ 140 хв. котіння; - · - · - · - 320 хв. котіння

Як видно з цієї діаграми, температура у зоні передбачуваного дефекту перевищує основне температурне поле шини у кожному вимірі. Вимірювання проводилися через 80 хв., через 140 хв. та через 320 хв. від початку кочення шини по біговому барабані. При вимірі температури у місцях передбачуваного дефекту було зафіксовано наступне перевищення температури. Це перевищення стосовно загального температурного стану шини становило: через 80 хв. кочення – 9%; через 140 хв. кочення 16%. Найбільше перевищення температури зафіксовано через 140 хв. кочення, а потім настала стабілізація температури. На безпеку руху аварійно-рятувальних автомобілів безпосередньо впливають такі регульовані фактори, як тривалість експлуатації шин та їхні конструктивні особливості. Тривалість експлуатації шин встановлюється заводом-виробником, зазначена в паспорті на шину і визначається в кілометрах пробігу шин транспортних автомобілів через зношення протектора. В аварійно-рятувальних автомобілів шини не виходять з експлуатації через зношення протектора, а значить, знаходяться в експлуатації в плинні часу довше, ніж визначено заводом-виробником. За цей час у шин накопичується багато внутрішніх пошкоджень (мікротріщини, локальних дефектів, відшарування чи розшарування шарів корда), що призводить до раптового виходу шини з експлуатації.

Висновки та пропозиції.

Експериментальними дослідженнями з визначення впливу екрануючого шару на термонапружений стан шини встановлено, що наявність екрану погіршує тепловідвід з каркаса і з усіх верств шини, чим підвищує їх термонапружений стан. Найбільш термонапруженим є другий шар брекера, так як його приріст температури в 1.6 рази перевищив приріст температури інших елементів шини. Ці дослідження дозволяють приймати рішення по зміні конструкції шини, а саме вилучення з конструкції екрана, з метою зниження теплоутворення в масиві шини. Експериментальними дослідженнями з визначення впливу дефектів шини на її термонапружений стан підтверджено перевищення температурного стану шини в зоні дефекту (як зовнішнього, так і внутрішнього) по відношенню до бездефектних зон в межах 3 - 5 °С, що дає можливість визначення за допомогою нескладних переносних перетворювачів, які працюють на основі інфрачервоного методу.

Пропозицією до тривалості експлуатації шин аварійно-рятувальних автомобілів буде наступна: знизити висоту протектора шини, що призведе до: - по-перше, підвищення зчеплення шини з поверхнею дороги, особливо на віражах чи поворотах, а також під час гальмування; - по-друге, дозволить шинам виходити з експлуатації через зношення протектора. Пропозицією до конструкції шин аварійно-рятувальних автомобілів буде

наступна: враховуючи, що шини будуть експлуатуватися в «жорстких умовах», виготовляти шини не радіальної, а діагональної конструкції. Оскільки радіуси виїзду аварійно-рятувальних автомобілів не перевищують 20 км, то їхні шини не встигатимуть розігрітися до критичних температур. Оскільки шини аварійно-рятувальних автомобілів будуть експлуатуватися по дорогам з твердим покриттям, то їм екрануючий шар не потрібен.

Список літератури:

1. Behnke R., Kaliske M., Termo-mechanically coupled investigation of steady state rolling tires by numerical simulation and experiment // International journal of non-linear mechanics. 2015. Vol. 68. Pp. 101–131. DOI:10.1016/j.ijnonlinmec.2014.06.014.
2. Integrated dynamics and efficiency optimization for EVs Vehicle dynamics international – 2019. P. 38–39. DOI:10.1002/asjc.1686.
3. Pozhydayew. S. (2018) Utochnennya ponyattya momentu syly u mekhanitsi [Clarification of the concept of force moment in mechanics] Avtoshlyakhovyk Ukrainy. I.P. 21–25 [in Ukrainian]. DOI:10.30977/AT.2219-8342.2019.44.0.21.
4. Wheel slip control for decentralized EVs. Vehicle dynamics international – 2019. P. 24–26.
5. Пат. 82321 Україна, МПК (2013.01) В60С 23/00. Пристрій для вимірювання температури в автомобільних пневматичних шинах / Ларін О.М., Виноградов С.А., Коханенко В.Б.; заявник та патентовласник Національний університет цивільного захисту України. – № u201302439, заяв. 26.02.2013; опубл. 25.07.2013, Бюл. №14 [Pat. 82321 Ukraine, IPC (2013.01) B60C 23/00. Adjustment for temperature adjustment in pneumatic tires / Larin OM, Vinogradov SA, Kokhanenko VB; applicant and patent holder of the National University of Civil Society of

Ukraine. –No. u201302439, application no. 02/26/2013; publ. 07.25.2013, Bul. No. 14].

6. Burennikov YU. Business processes perfection of small motor transport enterprises / YU. Burennikov, YU. Burennikov jr, A. Dobrovolsky and other // Bulletin of the polytechnic institute of Iasi. – 2011. Tomul LVII (LXI), Fasc. 2. – P. 237–243. DOI:10.1080/00207543.2011.645954.

7. Dong-Hyun, Y., Beom-Seon, J., Ki-Ho, Y. (2017). Nonlinear finite element analysis of failure modes and ultimate strength of flexible pipes. Marine Structures, 54, 50–72. DOI:10.1016/j.marstruc.2017.03.007.

8. Haseeb, A., Jun, T., Fazal, M., Masjuki, H. (2011). Degradation of physical properties of different elastomers upon exposure to palm biodiesel. Energy, 36, 3, 1814–1819. DOI:10.1016/j.energy.2010.12.023.

9. Cho, J., Yoon, Y. (2016). Large deformation analysis of anisotropic rubber hose along cyclic path by homogenization and path interpolation methods. Journal of Mechanical Science and Technology, 30, 2, 789–795. DOI:10.1007/s.12206–016–0134–5.

10. Larin, O. (2015). Probabilistic model of fatigue damage accumulation in rubberlike materials. Strength of Materials, 47, 6, 849–858. DOI:10.1007/s11223–015–9722–3.

11. Jacobson B. (2016) Vehicle dynamics. Chalmers University of Technology.

12. Коханенко В.Б., Качур Т.В., Рагімов С.Ю. Вплив конструкції шини на безпеку руху аварійно-рятувального автомобіля // Вісник національного університету цивільного захисту України / "Проблеми надзвичайних ситуацій". - Харків НУЦЗУ. - 2021. № 33 [Kokhanenko VB, Kachur TV, Ragimov S.Yu. Influence of tire design on traffic safety of emergency rescue vehicle // Bulletin of the National University of Civil Defense of Ukraine / "Problems of Emergencies". - Kharkiv NUTSZU. - 2021. № 33].

#12(76), 2021 часть 3
Восточно Европейский научный журнал
(Санкт-Петербург, Россия)
Журнал зарегистрирован и издается в России
В журнале публикуются статьи по всем
научным направлениям.
Журнал издается на русском, английском и
польском языках.

Статьи принимаются до 30 числа каждого
месяца.

Периодичность: 12 номеров в год.

Формат - А4, цветная печать

Все статьи рецензируются

Бесплатный доступ к электронной версии
журнала.

Редакционная коллегия

Главный редактор - Адам Барчук

Миколай Вишневецки

Шимон Анджеевский

Доминик Маковски

Павел Левандовски

Ученый совет

Адам Новицки (Варшавский университет)

Михал Адамчик (Институт
международных отношений)

Питер Коэн (Принстонский университет)

Матеуш Яблоньски (Краковский
технологический университет имени
Тадеуша Костюшко)

Петр Михалак (Варшавский университет)

Ежи Чарнецкий (Ягеллонский университет)

Колуб Френнен (Тюбингенский
университет)

Бартош Высоцкий (Институт
международных отношений)

Патрик О'Коннелл (Париж IV Сорбонна)

Мацей Качмарчик (Варшавский
университет)

#12(76), 2021 part 3
Eastern European Scientific Journal
(St. Petersburg, Russia)
The journal is registered and published in Russia
The journal publishes articles on all scientific
areas.
The journal is published in Russian, English
and Polish.

Articles are accepted till the 30th day of each
month.

Periodicity: 12 issues per year.

Format - A4, color printing

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Editorial

Editor-in-chief - Adam Barczuk

Mikolaj Wisniewski

Szymon Andrzejewski

Dominik Makowski

Pawel Lewandowski

Scientific council

Adam Nowicki (University of Warsaw)

Michal Adamczyk (Institute of International
Relations)

Peter Cohan (Princeton University)

Mateusz Jablonski (Tadeusz Kosciuszko
Cracow University of Technology)

Piotr Michalak (University of Warsaw)

Jerzy Czarnecki (Jagiellonian University)

Kolub Frennen (University of Tübingen)

Bartosz Wysocki (Institute of International
Relations)

Patrick O'Connell (Paris IV Sorbonne)

Maciej Kaczmarczyk (University of Warsaw)

**Давид Ковалик (Краковский
технологический университет им. Тадеуша
Костюшко)**

**Питер Кларквуд (Университетский
колледж Лондона)**

Игорь Дзедзич (Польская академия наук)

**Александр Клиmek (Польская академия
наук)**

**Александр Роговский (Ягеллонский
университет)**

Кехан Шрайнер (Еврейский университет)

**Бартош Мазуркевич (Краковский
технологический университет им. Тадеуша
Костюшко)**

Энтони Маверик (Университет Бар-Илан)

**Миколай Жуковский (Варшавский
университет)**

**Матеуш Маршалек (Ягеллонский
университет)**

**Шимон Матысяк (Польская академия
наук)**

**Михал Невядомский (Институт
международных отношений)**

Главный редактор - Адам Барчук

1000 экземпляров.

Отпечатано в ООО «Логика+»

198320, Санкт-Петербург,

Город Красное Село,

ул. Геологическая,

д. 44, к. 1, литера А

«Восточно Европейский Научный Журнал»

Электронная почта: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>

**Dawid Kowalik (Kracow University of
Technology named Tadeusz Kościuszko)**

Peter Clarkwood (University College London)

Igor Dzedzic (Polish Academy of Sciences)

**Alexander Klimek (Polish Academy of
Sciences)**

Alexander Rogowski (Jagiellonian University)

Kehan Schreiner (Hebrew University)

**Bartosz Mazurkiewicz (Tadeusz Kościuszko
Cracow University of Technology)**

Anthony Maverick (Bar-Ilan University)

Mikołaj Żukowski (University of Warsaw)

Mateusz Marszałek (Jagiellonian University)

**Szymon Matysiak (Polish Academy of
Sciences)**

**Michał Niewiadomski (Institute of
International Relations)**

Editor in chief - Adam Barczuk

1000 copies.

Printed by Logika + LLC

198320, Region: St. Petersburg,

Locality: Krasnoe Selo Town,

Geologicheskaya 44 Street,

Building 1, Litera A

"East European Scientific Journal"

Email: info@eesa-journal.com,

<https://eesa-journal.com/>