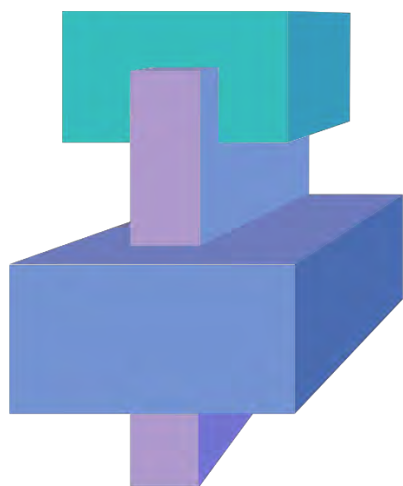




ISSN 2541-8084

8-2/2026



научный
электронный журнал
МАТРИЦА
НАУЧНОГО
ПОЗНАНИЯ

НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ «МАТРИЦА НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ»

ISSN 2541-8084

Учредитель

Общество с ограниченной ответственностью «Омега сайнс»

Размещение журнала в Научной электронной библиотеке elibrary.ru
по договору №153-03/2015

Главный редактор

Сукиасян Асатур Альбертович, к.э.н.

Редакционный совет

Абдуллин Тимур Зуфарович, к.т.н.
Абидова Гулмира Шухратовна, д.т.н.
Авазов Сардоржон Эркин угли, д.с.-х.н.
Агафонов Юрий Алексеевич, д.м.н.
Алейникова Елена Владимировна, д.гос.упр.
Алиев Закир Гусейн оглы, д.фил.агр.н.
Андрейчев Алексей Владимирович, к.б.н.
Бабаян Анжела Владиславовна, д.пед.н.
Баишева Зия Вагизовна, д.фил.н.
Байгузина Люза Закиевна, к.э.н.
Булатова Айсылу Ильдаровна, к.соц.н.
Бурак Леонид Чеславович, к.т.н., PhD
Ванесян Ашот Саркисович, д.м.н.
Васильев Федор Петрович, д.ю.н., член РАЮН
Вельчинская Елена Васильевна, д.фарм.н.
Виневская Анна Вячеславовна, к.пед.н.
Габрусь Андрей Александрович, к.э.н.
Галимова Гузалия Абкадировна, к.э.н.
Гетманская Елена Валентиновна, д.пед.н.
Гимранова Гузель Хамидулловна, к.э.н.
Григорьев Михаил Федосеевич, д.с.-х.н.
Грузинская Екатерина Игоревна, к.ю.н.
Гулиев Игбал Адилевич, к.э.н.
Датий Алексей Васильевич, д.м.н.
Долгов Дмитрий Иванович, к.э.н.
Дусматов Абдурахим Дусматович, к.т.н.
Ежкова Нина Сергеевна, д.пед.н.,
Екшикеев Тагер Кадырович, к.э.н.
Епхиева Марина Константиновна, к.пед.н., проф. РАЕ
Ефременко Евгений Сергеевич, к.м.н.
Закиров Мунавир Закиевич, к.т.н.
Зарипов Хусан Баходирович, PhD
Иванова Нионила Ивановна, д.с.-х.н.
Калужина Светлана Анатольевна, д.х.н.
Канарейкин Александр Иванович, к.т.н.
Касимова Дилара Фаритовна, к.э.н.
Киракосян Сусана Арсеновна, к.ю.н.
Киркимбаева Жумагуль Слямбековна, д.вет.н.
Кленина Елена Анатольевна, к.филос.н.
Клещина Марина Геннадьевна, к.э.н.,
Козлов Юрий Павлович, д.б.н., заслуженный эколог РФ
Кондрашихин Андрей Борисович, д.э.н.

Кониовская Наталья Олеговна, к.э.н.
Конопацкова Ольга Михайловна, д.м.н.
Куликова Татьяна Ивановна, к.псих.н.
Курбанаева Лилия Хамматовна, к.э.н.
Курманова Лилия Рашидовна, д.э.н.
Ларионов Максим Викторович, д.б.н.
Малышкина Елена Владимировна, к.и.н.
Маркова Надежда Григорьевна, д.пед.н.
Мещерякова Алла Брониславовна, к.э.н.
Мухамедеева Зинфира Фанисовна, к.соц.н.
Мухамедова Гулчебра Рихсибаевна, к.пед.н.
Набиев Тухтамурод Сахобович, д.т.н.
Нурдавлитова Эльвира Фанизовна, к.э.н.
Песков Аркадий Евгеньевич, к.полит.н.
Половения Сергей Иванович, к.т.н.
Пономарева Лариса Николаевна, к.э.н.
Почивалов Александр Владимирович, д.м.н.
Прошин Иван Александрович, д.т.н.
Саттарова Рано Кадыровна, к.биол.н., проф.
Сафина Зия Закировна, к.э.н.
Симонович Надежда Николаевна, к.псих.н.
Симонович Николай Евгеньевич, д.псих.н., академик РАЕН
Сирик Марина Сергеевна, к.ю.н.
Смирнов Павел Геннадьевич, к.пед.н.
Старцев Андрей Васильевич, д.т.н.
Танаева Замфира Рафисовна, д.пед.н.
Терзиев Венелин Кръстев, д.э.н., член РАЕ
Трифоновна Елена Николаевна, к.э.н.
Умаров Бехзод Тургунпулатович, д.т.н.
Хайров Расим Золимхон углы, к.пед.н.
Хамзаев Иномжон Хамзаевич, к.т.н.
Хасанов Сайдинаби Сайдивалиевич, д.с.-х.н.
Чернышев Андрей Валентинович, д.э.н.
Чиладзе Георгий Бидзинович, д.э.н., д.ю.н., член РАЕ
Шилкина Елена Леонидовна, д.соц.н.
Шкирмонтов Александр Прокопьевич, д.т.н., член-РАЕ
Шляхов Станислав Михайлович, д.физ.-мат.н.
Шошин Сергей Владимирович, к.ю.н.
Юсупов Рахимьян Галимьянович, д.и.н.
Яковичина Татьяна Федоровна, д.т.н.
Янгиров Азат Вазинович, д.э.н.
Яруллин Рауль Рафаэлович, д.э.н., член РАЕ

Цена свободная. Распространяется по подписке.

Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку). Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации. Учредитель, издатель и редакция не несут ответственности перед авторами и/или третьими лицами и/или организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна

Учредитель, издатель и редакция
научного электронного журнала «Матрица научного познания»:
450057, г. Уфа, ул. Пушкина 120 | Телефон: +7 347 266 60 68
Web: <https://os-russia.com> | E-mail: mail@os-russia.com

Верстка: Мартиросян О. В. | Редактор/корректор: Некрасова Е.В.
Подписано для публикации на сайте 01.09.2026 г.
Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 6.00. Объем: 3,10 Мб.

СОДЕРЖАНИЕ**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

- Nguyen T.T., Vu V.T.** 5
DEVELOPMENT OF A COMPACT OFFLINE PDF VIEWER AND PAGE EDITOR FOR SECURE
INTERNAL DOCUMENT PROCESSING
- Tran X.T.** 12
VIBRATION ANALYSIS IN PREDICTING THE TECHNICAL CONDITION OF MACHINE STRUCTURES
- Буй Ван Тунг, Чан Суан Тхань, Нго Нам Фыонг** 19
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ БОКОВОГО ВЕТРА НА КОНТАКТНЫЕ СИЛЫ КОЛЁС САМОЛЁТА ЯК-130
ПРИ ВЗЛЁТЕ

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Гаврилова В.В.** 30
ФРАЗЕОЛОГИЗМЫ О ПЬЯНСТВЕ В РУССКОМ И КИТАЙСКОМ ЯЗЫКАХ

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Колесников М.В., Батиенко Е.С.** 37
СОН — ЛУЧШИЙ ТРЕНЕР. ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СНА НА СПОРТИВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И
ВОССТАНОВЛЕНИЕ



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 004.42:004.056.5**Nguyen Thanh Thao**

Lecturer at Faculty of basic engineering, Air force officer's college,
Khanh Hoa Province, Vietnam

Vu Van Thu

Lecturer at Faculty of basic engineering, Air force officer's college,
Khanh Hoa Province, Vietnam

DEVELOPMENT OF A COMPACT OFFLINE PDF VIEWER AND PAGE EDITOR FOR SECURE INTERNAL DOCUMENT PROCESSING

Annotation

This paper presents a compact offline PDF viewer and page editor for secure internal document processing. The system is implemented as a local web application based on HTML5, CSS3 and JavaScript. It combines browser-like PDF viewing with page-level editing functions such as rotation, deletion, extraction, insertion, merging, reversal and rearrangement. PDF.js is used for rendering and text-layer selection, while pdf-lib reconstructs edited documents locally. The program avoids server-side processing, CDN resources and online conversion services, reducing the risk of data leakage when working with sensitive internal or military documents. The paper also formalizes the page-order model and presents algorithms for local loading, page reconstruction, undo/redo management, offline conversion and resource verification.

Keywords:

PDF offline, PDF viewer, PDF editor, client-side processing, information security, JavaScript, PDF.js, pdf-lib, local web application, document protection.

Introduction

PDF is widely used for administrative, educational, technical and archival documents because it preserves layout, fonts, images and tables across devices. In daily

work, users often need not only to read a file but also to remove redundant pages, rotate scanned pages, extract selected parts, combine annexes and prepare a final document for circulation.

Web browsers open PDF files quickly and conveniently, but they are generally limited to viewing, printing, searching and navigation. Professional PDF applications offer stronger editing functions; however, they are large, require installation or licensing, and may be unsuitable for isolated workstations or restricted internal networks. Online PDF services are also inappropriate for internal, personnel-related, technical or military-sensitive documents because upload to a third-party server creates an unnecessary exposure channel.

The aim of this work is to develop a portable Vietnamese-interface program that operates directly in a browser, keeps all document bytes on the user computer, and combines ordinary PDF viewing with essential page-structure editing. The implementation relies on PDF.js [1], pdf-lib [2], ECMAScript/JavaScript [3] and standard client-side web technologies [4].

Functional requirements and system architecture

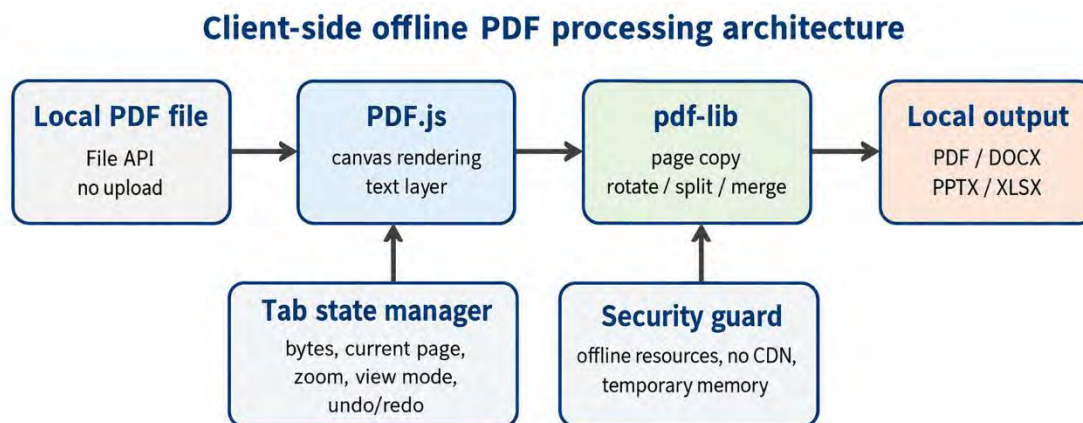
The requirements are grouped into four categories: browser-like viewing, page-level editing, offline security and simple deployment. Editing is intentionally focused on the page structure rather than full word-processor modification inside PDF content.

Table 1

Main requirements for the offline PDF viewer and editor

Requirement group	Core functions	Implementation meaning
PDF viewing	Open file, navigate pages, zoom, text layer, multi-tab view	Browser-like reading experience for non-specialist users
Page editing	Delete, rotate, move, reverse, extract, insert, split and merge pages	Professional page-structure operations without editing original files directly
Security	Local processing, no upload, no CDN, no automatic network update	Reduced leakage risk in disconnected or restricted environments
Deployment	HTML/CSS/JavaScript with packaged libraries and Vietnamese interface	Small size, easy copy, no complex installation

The architecture follows a single-page client-side model. A local PDF file is loaded into browser memory; PDF.js renders visible pages on canvas and, when available, builds a text layer for copying [1]. pdf-lib rebuilds the document after rotation, extraction, insertion or reordering [2]. Office-format export is a secondary local module that creates DOCX, PPTX or XLSX from extracted page text.



All operations are executed inside the browser sandbox and results are saved locally.

Figure 1 – General client-side architecture of the offline PDF processing program

Each opened document is represented by an independent tab state containing filename, PDF bytes, current page, page count, zoom scale, view mode, reverse-view flag, modification flag, page cache and undo/redo stacks. This prevents asynchronous operations in one tab from overwriting another document.

Algorithms for client-side PDF processing

Let a PDF document be represented as an ordered page sequence $D = (p_1, p_2, \dots, p_n)$. Page-level editing is modeled by a logical order vector $L = (l_1, l_2, \dots, l_m)$. A viewer operation changes only the mapping between logical position and displayed page, whereas an editor operation changes L and produces a new document D' . This separates reverse viewing from the real Reverse command.

Algorithm 1. Local file loading and rendering

Input: local file F , tab identifier id , scale z , view mode m .

1. Read F as Uint8Array B in the browser sandbox.
2. Create state $S_{id} = \{B, \text{currentPage} = 1, \text{zoom} = z, \text{mode} = m, \text{undo} = [], \text{redo} = []\}$.
3. Load B by PDF.js and determine the number of pages n .

4. For each visible logical page q , calculate the physical page index.
5. Render the page to canvas and overlay textLayer if text content exists.
6. If another render request appears, cancel the obsolete token and keep only the latest view.

The render token in Step 6 avoids race conditions: when the user changes zoom, switches tabs or opens another file, obsolete rendering tasks cannot overwrite the current display [3].

Algorithm 2. Page-order reconstruction after editing

Input: source document D , current order vector L , editing command C .

1. Push the current state {PDF bytes, current page, L } into undoStack.
2. If $C = \text{delete}(k)$, remove $L[k]$.
3. If $C = \text{moveUp}(k)$, swap $L[k]$ and $L[k-1]$; if $C = \text{moveDown}(k)$, swap $L[k]$ and $L[k+1]$.
4. If $C = \text{reverse}$, set $L := \text{reverse}(L)$.
5. If $C = \text{insert}(R, \text{pos})$, copy pages from document R and insert their indices at pos.
6. Create a new PDF D' and copy pages according to L .
7. Apply page rotations and save D' as a new Uint8Array.

Output: updated PDF bytes, refreshed viewer state, enabled undo/redo.

The complexity of rebuilding a document is $O(m)$, where m is the number of pages in the output sequence. This is adequate for typical administrative, teaching and technical documents with moderate page counts.

Algorithm 3. Offline conversion pipeline

Input: selected page range R and target format $T \in \{\text{DOC}, \text{DOCX}, \text{PPTX}, \text{XLSX}, \text{XLS}\}$.

1. For each page r in R , extract text items using PDF.js text content.
2. Sort items by vertical and horizontal coordinates to reconstruct reading order.
3. Merge close items into lines and remove redundant whitespace.
4. If $T = \text{DOCX}$, create paragraphs and page breaks.
5. If $T = \text{PPTX}$, create one slide per PDF page.
6. If $T = \text{XLSX}/\text{XLS}$, create one sheet or block per PDF page.
7. Save the output file locally without server submission.

This conversion is conservative: it supports text reuse and internal extraction, but it does not claim to reproduce every visual element of complex PDF layouts. Scanned documents require OCR (Optical Character Recognition) as an offline future module [6].

Security and offline deployment model

The central security principle is that the document must not leave the user

computer. The PDF is read from local storage, processed in temporary browser memory and saved as a local output file. The program does not require user accounts, server authentication, cloud storage or online conversion, minimizing attack surfaces associated with transmission and third-party processing.

The program is distributed as a static folder containing HTML, CSS, JavaScript and packaged libraries. Users do not need administrator rights, background services or external installers. An organization can review source code, check file hashes, seal a trusted version and distribute it through secure removable media. To preserve offline operation, the build must avoid CDN resources, externally hosted fonts, analytics and automatic network updates [4].

Algorithm 4. Offline build and resource verification

Input: application folder A and trusted manifest M.

1. Enumerate HTML, CSS, JavaScript and vendor files inside A.
2. Reject or warn if any resource URL starts with http://, https:// or //.
3. Compute a hash value H_i for each executable script and library.
4. Compare H_i with the trusted manifest M issued by the administrator.
5. Start the program only if all local resources match the approved version.
6. During document processing, keep PDF bytes in volatile state and clear them when the tab closes.

The verification mechanism is not a substitute for organizational security policy, but it provides a simple technical check that an offline package has not been changed. It can also support no-history mode by releasing PDF bytes, canvas objects and text buffers when a tab closes.

Experimental implementation and development prospects

The prototype demonstrates that a lightweight HTML/JavaScript program can behave like a browser viewer when opening, navigating and zooming PDF files, and like a professional page editor when deleting, rotating, extracting, inserting and reordering pages. The Vietnamese interface groups tools into Home, Arrange and Convert tabs, reducing training requirements. The v1.0 distribution size is less than 5 MB when only the main PDF viewing and editing libraries are packaged.

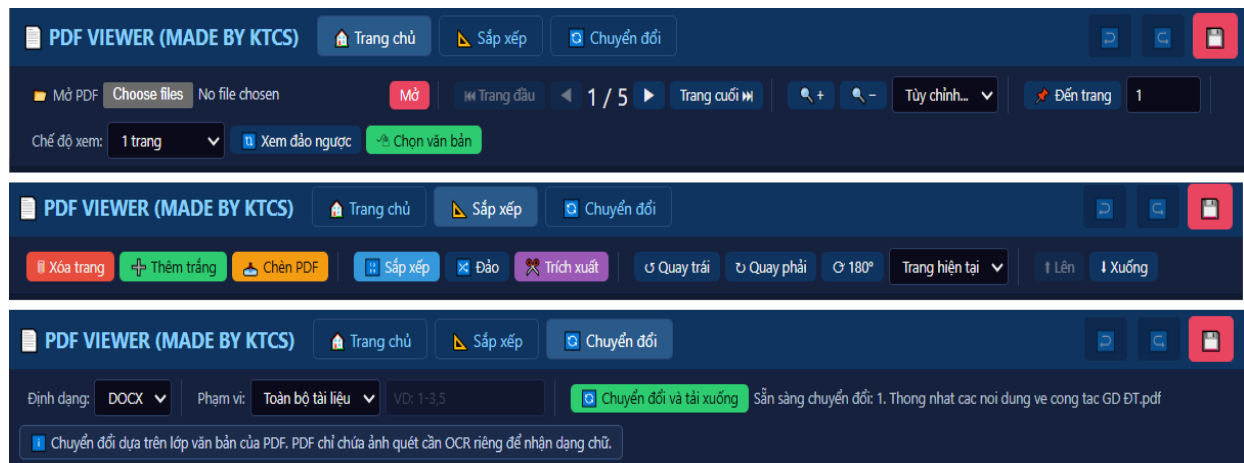


Figure 2 – Vietnamese interface of the PDF Viewer and Editor Offline prototype

The current version edits page structure rather than internal text objects. Full content editing would require deeper parsing of fonts, graphic operators and annotations. Conversion quality also depends on the available text layer; scanned PDFs need offline OCR before they can be searched or converted accurately.

Table 2

Proposed development roadmap for the offline PDF program

Version	Upgrade content	Expected result
v1.1	Thumbnail panel and drag-and-drop page ordering	More intuitive handling of long documents
v1.2	Batch split, merge, rotate and rule-based renaming	Faster processing of document folders
v1.3	Full-text search and keyword highlighting	Faster retrieval in manuals, reports and files
v1.4	Portable WebView2 shell and local operation log	Stable Windows deployment and controlled file access
v1.5	Offline OCR, watermark, digital signature and encrypted export	Support for scanned documents and stronger data protection

Key prospects include thumbnail-based drag-and-drop, batch processing, full-text search, offline OCR, watermarking, digital signatures, encrypted export and a portable WebView2 edition [5]. Among them, OCR is essential for scanned Vietnamese documents because it can create a hidden text layer for search and export while keeping recognition entirely offline [6].

Conclusions

This study formalizes a compact offline PDF Viewer and Page Editor for secure internal document processing. The solution combines browser-like PDF viewing with professional page-level editing in a Vietnamese-interface program that requires no complex installation. The client-side architecture based on HTML5, CSS3, JavaScript, PDF.js and pdf-lib allows documents to be rendered, rearranged and saved locally without server submission [1-4].

The algorithms separate display operations from physical page reconstruction, provide undo/redo protection, support basic local conversion and verify offline resources. Although the current version does not yet provide full content editing or OCR for scanned documents, it establishes a practical foundation for organizations requiring safety, confidentiality and technological autonomy.

References:

1. Mozilla Foundation. PDF.js: JavaScript PDF Viewer. Technical documentation and source repository.
2. Hopding. pdf-lib: Create and modify PDF documents in JavaScript. Technical documentation and source repository.
3. ECMA International. ECMAScript Language Specification, ECMA-262.
4. W3C. HTML5 and CSS3 Web Application Standards for client-side web applications.
5. Microsoft Corporation. Microsoft Edge WebView2 documentation for embedding web content in native Windows applications.
6. Tesseract OCR project. Tesseract and Tesseract.js documentation for local optical character recognition.

© Nguyen T.T., Vu V.T., 2026

УДК 534.1:620.179**Tran Xuan Thanh**

Lecturer at Faculty of basic engineering, Air force officer's college,
Khanh Hoa Province, Vietnam

VIBRATION ANALYSIS IN PREDICTING THE TECHNICAL CONDITION OF MACHINE STRUCTURES

Annotation

Worldwide, vibration frequency analysis is an increasingly used technique in structural analysis, particularly with the rapid development of computational methods and digital signal processing. Vibration frequency analysis helps users identify the sources of structural vibration, predict failures and repair needs, formulate recommendations for operation, maintenance and repair, and assess structures to provide feedback for design. Vibration frequency analysis has become a rapid and economical means of identifying vibration modes, avoiding resonance, diagnosing faults, and improving the effective use of machine structures. In Vietnam, research and application of vibration frequency analysis in engineering are still relatively new, and experimental equipment and research materials remain limited. This paper aims to present orientations and obtained results for research and practical application of vibration frequency analysis in order to provide useful and economically efficient solutions.

Keywords:

vibration frequency analysis, machine structures, predictive maintenance,
resonance, fault diagnosis, modal analysis.

Introduction

According to statistics from M.J. Neale Associates in the United Kingdom, applying

vibration frequency analysis to predictive maintenance for 2,000 plants can save at least £180 million per year, while the required investment is only £30 million. Thus, the research and development of machine-condition diagnostic systems using instruments that measure vibration parameters have produced clear economic benefits. In industrially developed countries, vibration standards have been issued for predictive maintenance.

Table 1

Summary of API vibration standard guidelines (USA)

No.	Machine	API Std./Clause	Sensor	Location	Bearing	Allowable unfiltered vibration*
1	Centrifugal pump	610/2.8.2.2	Accelerometer	Bearing housing	Rolling-element	7.6 mm/s or 63 microns
2	General-purpose steam turbine	611/2.8.2.5	Accelerometer	Bearing housing	Rolling-element	3.8 mm/s
3	Special-purpose steam turbine	612/2.8.2.4	Non-contact	Across shaft/bearing housing	Hydrodynamic	The smaller of 2 mils and $1.25\sqrt{1200 / MCS}$
4	Industrial gas turbine	616/2.7.2.5	Non-contact	Across shaft/bearing housing	Hydrodynamic	The smaller of 2 mils and $1.25\sqrt{1200 / MCS}$
5	Special-purpose gearbox	613/2.6.3	Non-contact	Across shaft/bearing housing	Hydrodynamic	The smaller of 2 mils and $\sqrt{1200 / MCS}$
6	Screw compressor	619/2.7.3	Non-contact	Across shaft/bearing housing	Hydrodynamic	The smaller of 2.5 mils and $\sqrt{25000 / MCS}$

* 1 mil = 0.001 in = 25.4 micron

MCS = Maximum Continuous Speed

Vibration frequency analysis for predictive maintenance

Vibration frequency analysis for predicting the technical condition, maintenance,

and repair of machine components is intended to replace predetermined overhauls with periodic measurements and inspections. This allows changes in equipment condition during operation to be monitored regularly, so that faults can be detected at their onset, their subsequent development can be predicted, and the time at which they reach unacceptable levels can be estimated. This considerably reduces costs by limiting serious failures, enables better use of spare parts, and eliminates unnecessary disassembly, inspection, and maintenance [1, 2].

Theoretical basis of vibration frequency analysis

From mechanical vibration theory, each machine component has its own natural frequencies, with resonance frequencies determined during design calculations [1, 2]. The natural frequencies of each component can also be identified experimentally after manufacture [3, 4, 6]. Determining these parameters makes it possible to establish the stable operating condition of the machine component. Vibration frequency analysis of machine structures can be described briefly as follows: excite the structure at a specified location (F); measure the vibration response at specified points (X); acquire data containing both the excitation information and the measured response, process the acquired data, and analyze it (H) [4, 6].

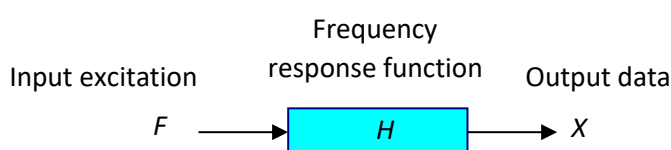


Figure 1 – Diagram for the vibration frequency analysis of machine structures

The mathematical form of the frequency response function is:

$$[H(\omega)] = [-\omega^2[M] + i\omega[C] + K]^{-1}$$

where: $[H(\omega)]$ is the matrix of frequency response functions; $[M]$, $[C]$, $[K]$ are, respectively, the mass matrix, damping matrix, and stiffness matrix; ω – natural frequency.

Using mathematical methods such as the Laplace transform, Fourier transform, and finite element method, the frequency response functions $H(\omega)$ can be determined [1, 3, 4]. Based on the frequency response functions $H(\omega)$, vibration frequency analysis yields natural frequencies, mode shapes, and damping ratios (damping coefficients) at those natural frequencies [4-6]. These results provide characteristic frequency patterns for individual machine components, which can then be used for assessment and inspection when necessary.

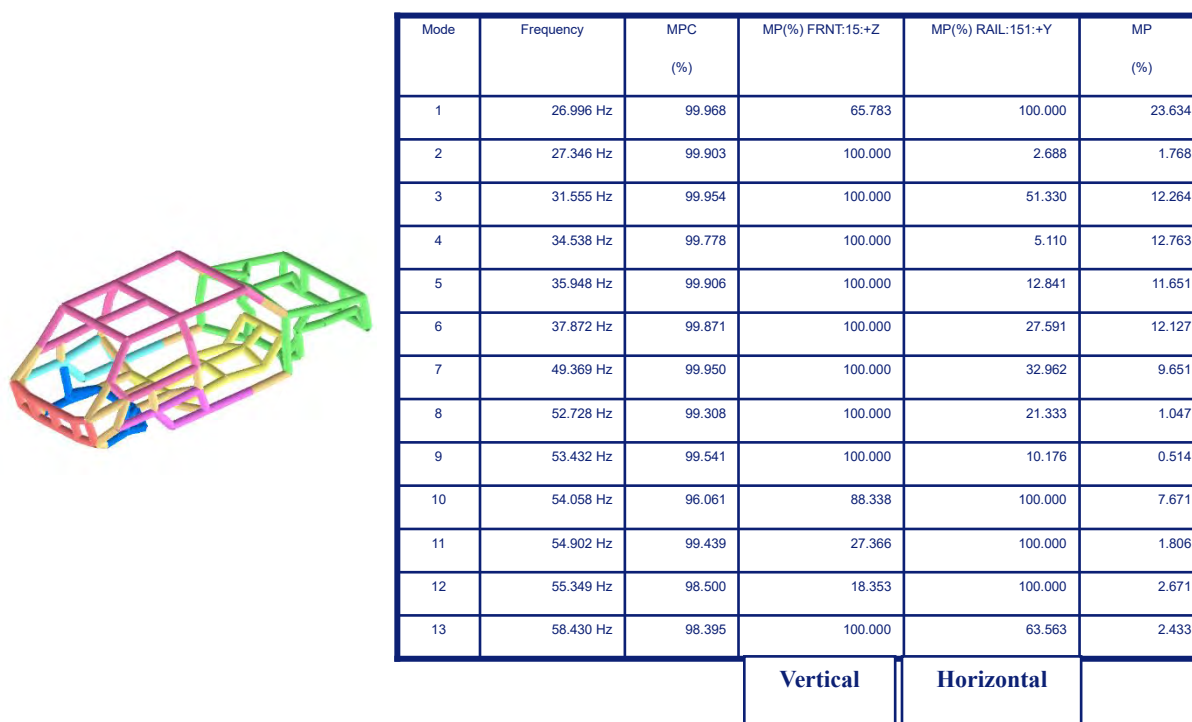


Figure 2 – Results of vibration frequency analysis of an automobile body frame

Application to aircraft structures

For aircraft structures, the calculation and experimental determination of vibration frequency parameters are extremely important because of the high safety requirements of aviation. However, aircraft structures are generally large and complex and require high accuracy; consequently, their testing has specific requirements. For an aircraft airframe, which is a large and complex system, vibration exciters are used to generate excitation frequencies so that fundamental parameters can be identified for diagnosing

the technical condition of the aircraft structure [3, 4, 6].

Because of the high safety requirements, structural excitation must be performed with the lowest possible errors, and the structure must be isolated from other vibration sources to minimize the influence of environmental noise on the test results. Aircraft structures are commonly isolated using pneumatic suspension systems or elastic suspension cables [4, 6].



Figure 3 – Aircraft input excitation using a vibration exciter and isolation from external vibration sources

Condition monitoring using vibration spectra

Modern vibration frequency analysis techniques have been widely studied and applied throughout the world. Researching and adopting vibration frequency analysis is highly useful in studies related to resonance, natural vibration, noise, and shaking, and it also enables real-time diagnosis of machine condition without disassembly and inspection as required by conventional methods. A vibration analyzer can record and store the frequency spectra of a machine in good condition; these spectra can then be compared with corresponding spectra from the same machine when a fault develops, making it possible to identify the nature and location of the damaged component. This approach is known as operating-parameter monitoring or predictive maintenance [2].

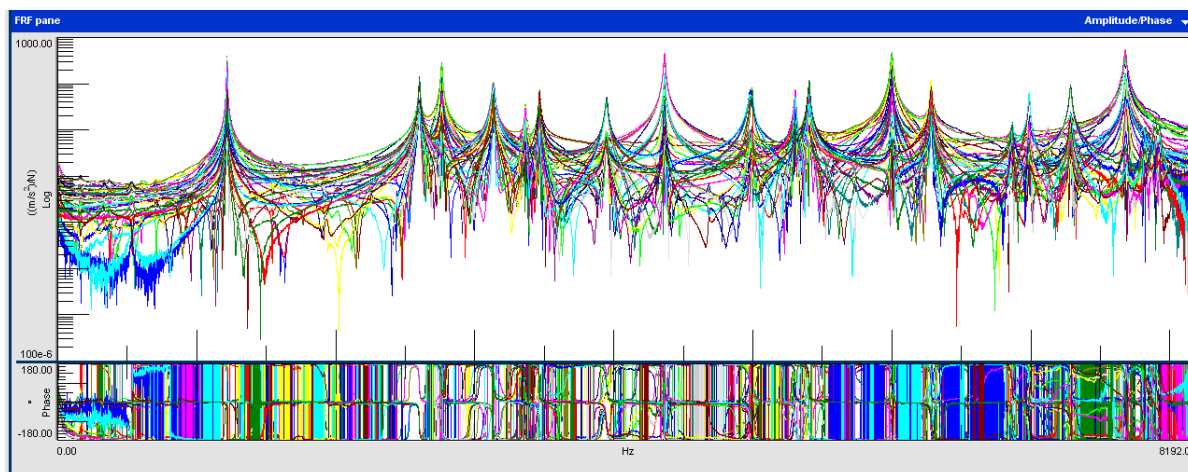


Figure 4 – Plots of vibration frequency analysis results

Conclusions

Research into and adoption of vibration frequency analysis are highly useful in engineering and can provide substantial economic benefits in practice. At present, with the continuing development of science and technology, high-technology fields such as aviation and aerospace engineering and modern automobiles have applied vibration frequency analysis using sensors and probes permanently installed in machine structures. During periodic inspection and maintenance, the vibration frequency analyzer only needs to be connected at designed measurement points to determine which structures or components are approaching the time for replacement or repair. However, this approach is relatively expensive because the sensors themselves are costly. An alternative is to use a vibration analyzer with detachable sensors for vibration frequency analysis, thereby maximizing sensor utilization and significantly reducing investment costs. This method is currently receiving considerable research attention and practical application and is expected to remain important in the future.

References:

1. Vu Cong Ham, Tran Quang Dung, Mechanical Vibration, Military Technical Academy, 2007 (in Vietnamese).
2. Nguyen Hai, Machine Vibration Analysis, Science and Technics Publishing House, 2002 (in Vietnamese).

3. Tran Xuan Thanh, Master's thesis: Research and Application of Experimental Modal Analysis to Machine Structures, Military Technical Academy, 2012 (in Vietnamese).
4. LMS, Basic of Modal Analysis, LMS International, 2009.
5. Formenti, D. and Richardson, M. H., Global Curve Fitting of Frequency Response Measurements using the Rational Fraction Polynomial Method, 3rd International Modal Analysis Conference, Orlando, FL, January 1985.
6. Brian J. Schwarz, Mark H. Richardson, Experimental modal analysis, CSI Reliability Week, Orlando, FL October, 1999.

© Tran X.T., 2026

УДК 621**Буй Ван Тунг**

Магистр технических наук, Офицерское училище ВВС,

г. Нячанг, Вьетнам

Чан Суан Тхань

Магистр технических наук, Офицерское училище ВВС,

г. Нячанг, Вьетнам

Нго Нам Фыонг,

Магистр технических наук, Офицерское училище ВВС,

г. Нячанг, Вьетнам

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ БОКОВОГО ВЕТРА НА КОНТАКТНЫЕ СИЛЫ КОЛЁС САМОЛЁТА ЯК-130 ПРИ ВЗЛЁТЕ

Аннотация

В статье представлены результаты численного моделирования влияния бокового ветра на контактные силы между колёсами учебно-боевого самолёта Як-130 и поверхностью взлётно-посадочной полосы (ВПП) на этапе взлёта. На основе моделирования колеса самолёта в виде системы «пружина - демпфер» с учётом возможной потери контакта, а также динамической модели самолёта с семью степенями свободы, авторами разработана расчётная программа для численного моделирования в среде Matlab/Simulink, позволяющая исследовать контактные силы на трёх колёсах самолёта (переднем и двух основных) при боковом ветре от 0 до 8 баллов по шкале Бофорта. Результаты показывают, что боковой ветер практически не влияет на контактную силу переднего колеса, однако вызывает перераспределение контактных сил между двумя основными колёсами: контактная сила на колесе, расположенном со стороны, откуда дует ветер, постепенно возрастает, тогда как контактная сила на противоположном колесе

снижается по мере увеличения силы ветра; разница становится существенной начиная с 6 баллов и выше. Результаты исследования служат научной основой для оценки эксплуатационной нагрузки на шасси и способствуют обеспечению безопасности полётов в учебных заведениях подготовки военных лётчиков.

Ключевые слова:

боковой ветер, контактная сила, колесо самолёта, Як-130, безопасность полётов.

Tung Bui Van

Master of Technical Sciences, Air Force Officer's College,
Nha Trang, Vietnam

Thanh Tran Xuan

Master of Technical Sciences, Air Force Officer's College,
Nha Trang, Vietnam

Phuong Ngo Nam,

Master of Technical Sciences, Air Force Officer's College,
Nha Trang, Vietnam

**ANALYSIS OF CROSSWIND EFFECTS ON THE CONTACT FORCES OF
IAK-130 AIRCRAFT WHEELS DURING TAKEOFF**

Annotation

This paper presents numerical simulation results on the effect of crosswind on the contact forces between the wheels of the Iak-130 combat trainer aircraft and the runway during takeoff. Based on modeling each wheel as a spring-damper system that accounts for possible loss of contact, together with a seven-degree-of-freedom dynamic model of the aircraft, a Matlab/Simulink program was developed to compute the contact forces at the three wheels (nose wheel and two main wheels) for crosswind levels ranging from level 0 to level 8. The results show that crosswind has almost no effect on the nose-wheel contact force, but it redistributes the contact forces between the two main wheels: the

contact force on the wheel on the windward side increases while that on the other main wheel decreases as wind speed rises, with the difference becoming significant from wind level 6 upward. These findings provide a scientific basis for assessing operational loads on the landing gear and contribute to ensuring flight safety at military pilot training institutions.

Keywords:

crosswind, contact force, aircraft wheel, Yak-130, flight safety.

1. Постановка задачи

Контактная сила между колесом самолёта и поверхностью взлётно-посадочной полосы, то есть реакция ВПП, действующая на колесо, является величиной, непосредственно характеризующей нагрузку, воздействующую на шасси в течение всего разбега при взлёте. Знание закономерностей изменения контактной силы, особенно под воздействием бокового ветра, имеет важное значение для технической эксплуатации шасси, обеспечения прочности и ресурса конструкции, а также служит основой для оценки степени поперечной устойчивости самолёта в процессе отрыва от земли. В настоящее время учебно-боевой самолёт Як-130 интенсивно эксплуатируется в ряде учебных заведений подготовки военных лётчиков [1]. В связи с этим исследование влияния бокового ветра на контактные силы колёс самолёта на этапе взлёта является насущной задачей, способствующей формированию научного обоснования для обеспечения безопасности полётов и эффективной эксплуатации данной техники (рис. 1).

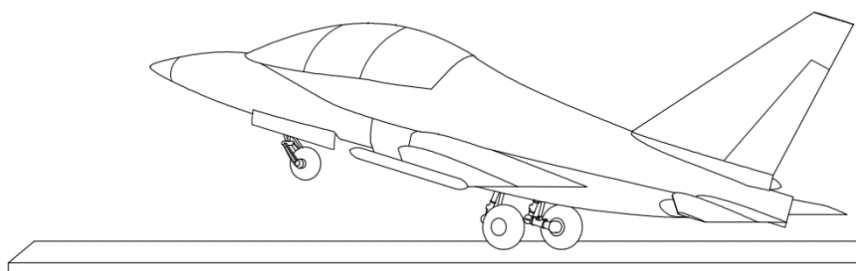


Рисунок 1 – Модель самолёта Як-130 на этапе взлёта

2. Содержание исследования

2.1. Моделирование контактной силы на колесе самолёта

Колесо самолёта моделируется в виде вертикальной колебательной системы, включающей массу m и узел «пружина - демпфер» с коэффициентом жёсткости k_L и коэффициентом демпфирования c_L (рис. 2) [2]. Обозначим через Δz вертикальную деформацию колеса, F_L - суммарную упруго-демпфирующую силу в узле «пружина - демпфер», R - реакцию ВПП, действующую на колесо (то есть контактную силу). Из условия равновесия сил по вертикали для колеса самолёта:

$$R = F_L \quad (1)$$

Пока колесо самолёта находится в контакте с ВПП, суммарная сила в узле «пружина - демпфер» определяется по формуле (2):

$$F_L = k_L \Delta z + c_L \dot{\Delta z} \quad (2)$$

В реальных условиях разбега при достаточно большой амплитуде колебаний колеса самолёта может возникать явление потери контакта с последующим повторным контактом (удар) [3], поэтому модель колеса самолёта должна учитывать эту возможность. При потере контакта реакция ВПП равна нулю ($R = 0$), поэтому согласно формуле (1) суммарная сила в узле «пружина - демпфер» принимает отрицательное значение — именно это является признаком состояния потери контакта. Для определения состояния контакта на каждом шаге расчёта в исследовании используется проверочное значение силы F'_L , вычисляемое по формуле, аналогичной формуле (2):

- Если $F'_L \geq 0$: потери контакта не происходит, контактная сила $R = F'_L$;

- Если $F'_L < 0$: происходит потеря контакта, контактная сила $R = 0$ (колесо самолёта оторвалось от поверхности ВПП).

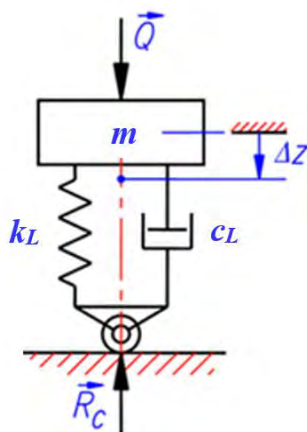


Рисунок 2 – Схема сил, действующих на колесо самолёта
(модель «пружина - демпфер»)

Определение состояния контакта на каждом шаге расчёта по знаку проверочной силы позволяет расчётной программе автоматически определять момент отрыва колеса самолёта от поверхности ВПП. Именно это служит основой для определения контактных сил на трёх колёсах самолёта FL1, FL2, FL3 (соответствующих переднему колесу, левому и правому основным колёсам) в течение всего разбега при взлёте.

2.2. Определение контактной силы в динамической модели при наличии бокового ветра

Для определения контактных сил на колёсах в условиях бокового ветра самолёт моделируется в виде механической системы с семью степенями свободы (рис. 3) [4], включающими: вертикальное перемещение фюзеляжа самолёта, вертикальные перемещения трёх стоек шасси (передней, левой основной и правой основной), а также угловые перемещения по крену, тангажу и углу рыскания (углу скольжения) фюзеляжа. На основе схем разделения тел для фюзеляжа и стоек шасси определяется схема сил, действующих на каждую массу системы, при этом контактные силы на колёсах FL1, FL2, FL3 представляют собой равнодействующие сил в узлах «пружина - демпфер», моделирующих каждое колесо, и входят в систему дифференциальных уравнений, описывающих вертикальные

перемещения масс, а также в уравнение, определяющее угловое перемещение по углу рыскания самолёта.

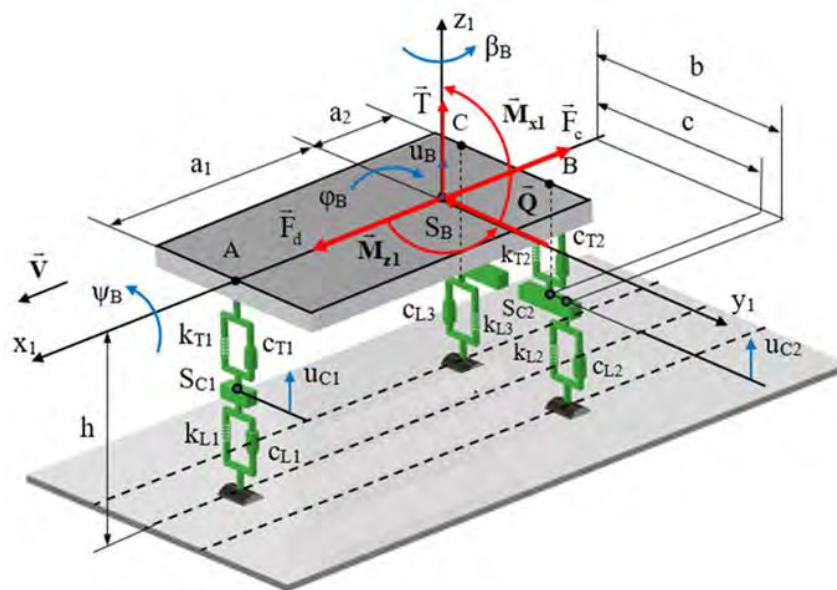


Рисунок 3 – Динамическая модель самолёта с семью степенями свободы при взлёте в условиях бокового ветра

При наличии бокового ветра, помимо обычных аэродинамических сил (подъёмной силы, силы сопротивления, тяги двигателя), на самолёт также воздействуют дополнительные силы и моменты, вызванные боковым ветром. Кренящий момент, возникающий вследствие скольжения, приводит к перераспределению реакции ВПП между двумя основными колёсами: контактная сила на колесе, расположенном со стороны, куда дует ветер, имеет тенденцию к уменьшению, тогда как контактная сила на колесе с противоположной стороны имеет тенденцию к увеличению. При достаточно большой разнице моменты отрыва двух основных колёс от поверхности ВПП перестают совпадать, что вызывает явление поперечной неустойчивости в процессе взлёта.

Система дифференциальных уравнений движения самолёта решается численным методом Ньюмарка в сочетании с алгоритмом проверки состояния контакта на каждом шаге расчёта, что позволяет точно определить изменение контактных сил на трёх колёсах самолёта во времени для исследуемых уровней бокового ветра от 0 до 8 баллов по шкале Бофорта.

2.3. Результаты исследования влияния бокового ветра на контактные силы колёс самолёта

С помощью расчётной программы численного моделирования в среде Matlab/Simulink были определены изменения контактных сил на трёх колёсах самолёта во времени для исследуемых уровней бокового ветра от 0 до 8 баллов. При этом правое основное колесо (колесо 3) подвергается наиболее выраженному влиянию бокового ветра, поэтому оно выбрано в качестве представительного для иллюстрации закономерности изменения контактной силы во времени при различных уровнях ветра:

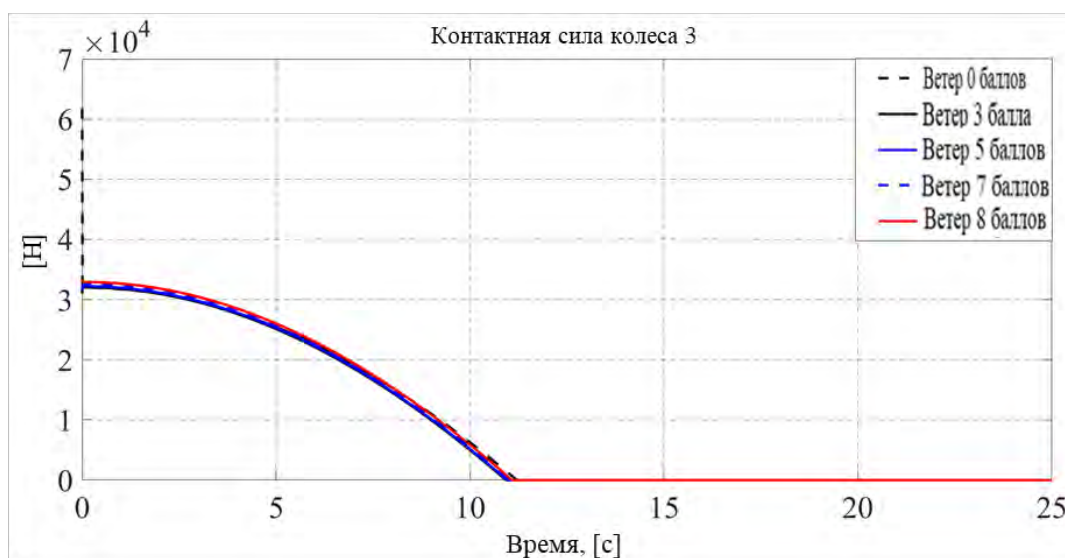


Рисунок 4 – Контактная сила на правом основном колесе (колесо 3) при различных уровнях ветра

Максимальные значения контактной силы на трёх колёсах самолёта для каждого уровня бокового ветра приведены в таблице 1:

Таблица 1

Максимальные контактные силы на колёсах самолёта
в зависимости от уровня бокового ветра

Уровень ветра	V (м/с)	FL1max (Н)	FL2max (Н)	FL3max (Н)
0	0	8420	31983	31983
1	1,5	8420	31978	31989
2	3	8420	31963	32005

Уровень ветра	V (м/с)	FL1max (Н)	FL2max (Н)	FL3max (Н)
3	5	8420	31925	32042
4	7	8420	31869	32098
5	10	8420	31750	32218
6	12	8420	31647	32320
7	15	8420	31456	32510
8	20	8420	31048	33469

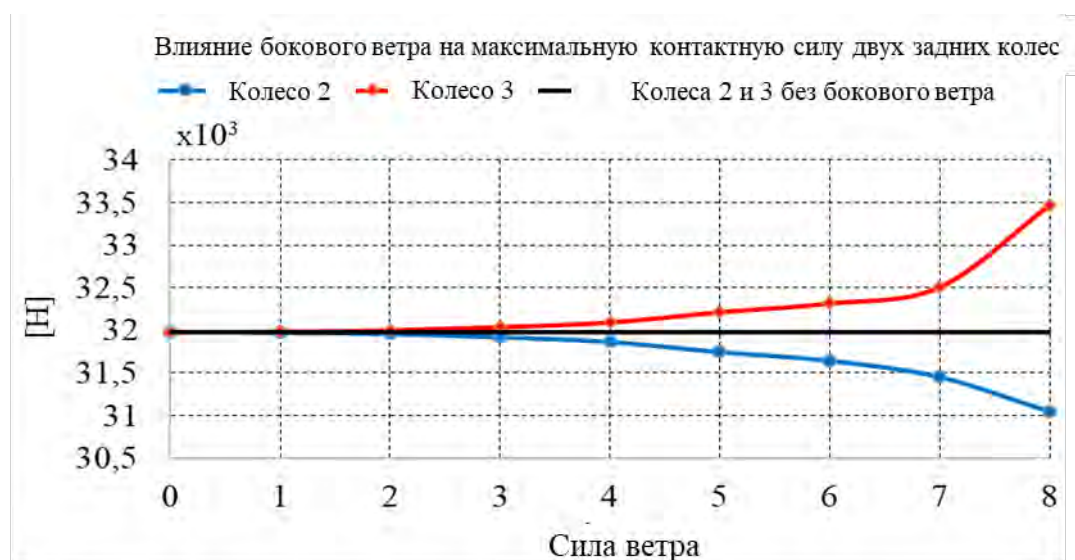


Рисунок 5 – Влияние уровня бокового ветра на максимальные контактные силы двух основных колёс самолёта

На основании данных и графиков моделирования можно сделать следующие выводы (рис. 4-5):

- При отсутствии бокового ветра (уровень 0) контактная сила на переднем колесе составляет 8420 Н, тогда как контактные силы на обоих основных колёсах равны и составляют по 31983 Н, что отражает симметричность нагрузки при отсутствии бокового воздействия.
- Боковой ветер практически не влияет на контактную силу переднего колеса: это значение остаётся стабильным на уровне 8420 Н при всех исследуемых уровнях ветра, поскольку момент, создаваемый боковым ветром, действует главным образом на оба основных колеса.
- С увеличением уровня бокового ветра контактная сила на левом основном

колесе (колесо 2) постепенно снижается — с 31983 Н (уровень 0) до 31048 Н (уровень 8); напротив, контактная сила на правом основном колесе (колесо 3) постепенно возрастает — с 31983 Н до 33469 Н (уровень 8).

- Разница контактных сил между двумя основными колёсами возрастает с увеличением уровня ветра: она практически незначительна при уровнях ветра 1-2, но достигает около 2421 Н при уровне ветра 8 (разница между 33469 Н и 31048 Н).

- Начиная с уровня ветра 3 ($V = 5$ м/с) разница контактных сил между двумя основными колёсами приводит к неодновременному отрыву колёс от земли – это начальное проявление поперечной неустойчивости в процессе разбега.

- Скорость изменения контактных сил на обоих основных колёсах становится значительно более выраженной начиная с уровня ветра 6 и выше, что согласуется с тенденцией быстрого роста угла скольжения в этом же диапазоне уровней ветра.

3. Заключение

На основе моделирования колеса самолёта в виде системы «пружина - демпфер» с учётом явления потери контакта и динамической модели самолёта Як-130 с семью степенями свободы в исследовании была разработана расчётная программа численного моделирования для определения контактных сил на трёх колёсах самолёта на этапе взлёта при уровнях бокового ветра от 0 до 8.

Результаты моделирования подтверждают, что боковой ветер оказывает выраженное влияние на распределение контактных сил между двумя основными колёсами самолёта, практически не влияя при этом на контактную силу переднего колеса. Разница контактных сил между двумя основными колёсами постепенно увеличивается с ростом уровня ветра и становится значительной начиная с уровня 6 и выше, что приводит к неодновременному отрыву обоих основных колёс от земли начиная с уровня ветра 3 — именно это является непосредственной причиной поперечной неустойчивости самолёта в процессе разбега при взлёте.

Результаты исследования являются важной научной основой для оценки эксплуатационной нагрузки на шасси самолёта Як-130 под воздействием бокового

ветра, а также способствуют оказанию помощи руководителям полётов и лётчикам в определении степени угрозы безопасности полётов при взлёте в условиях бокового ветра, что служит основой для организации лётной подготовки в учебных заведениях подготовки военных лётчиков.

Список использованной литературы:

1. Техническое руководство по эксплуатации, Самолёт Як-130, Народная армия Вьетнама, 2020 (на вьетнамском языке).
2. Нгуен Ван Кханг, Динамика систем многих тел, Изд-во «Наука и техника», Ханой, 2007 (на вьетнамском языке).
3. Ву Конг Хам, Чан Куанг Зунг, Механические колебания, тт. 1–2, Военно-техническая академия, Ханой, 2007 (на вьетнамском языке).
4. Буй Хай Чьеу, Нгуен Динь Тунг, Моделирование и симуляция механических технических систем, Изд-во «Сельское хозяйство», Ханой, 2015 (на вьетнамском языке).
5. Нгуен Динь Шон, Исследование влияния бокового ветра на аэродинамические характеристики самолёта в процессе посадки, диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, Институт военной науки и технологий, Ханой, 2014 (на вьетнамском языке).
6. Бехтина Н.Б., Математическая модель бокового коэффициента сцепления колеса пневматика шасси при движении летательного аппарата по взлётно-посадочной полосе, Научный вестник МГТУ ГА, № 97, Москва, 2006.
7. Кубланов М.С., Основы математического моделирования динамики различных видов авиационных шасси, Научный вестник МГТУ ГА, № 97, Москва, 2006.
8. Жданов А.И., Влияние сдвига ветра на продольное движение самолёта при эксплуатации на этапах взлёта и захода на посадку, диссертация кандидата технических наук, специальность 05.07.09, Киевский институт инженеров гражданской авиации, Киев, 1984.

© Буй Ван Тунг, Чан Суан Тхань, Нго Нам Фыонг, 2026



ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 81`373.4**Гаврилова В.В.,**

студентка ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»

Научный руководитель: Булгакова О.А.,

канд. филол. наук, доцент

ФРАЗЕОЛОГИЗМЫ О ПЬЯНСТВЕ В РУССКОМ И КИТАЙСКОМ ЯЗЫКАХ**Аннотация**

Данная статья посвящена определению сходств и различий фреймовых структур фразеологизмов о пьянстве в русском и китайском языках и установлению их роли в формировании языковой картины мира. Для достижения цели была составлена выборка фразеологизмов на основе авторитетных словарей обоих языков. Проведён фреймовый анализ отобранных единиц с выделением ключевых субфреймов и слотов, что позволило выявить как универсальные, так и уникальные элементы в образах пьянства в двух национальных картинах мира. По результатам исследования были сделаны выводы, что выявленные универсальные элементы свидетельствуют о том, что некоторые представления о пьянстве являются общечеловеческими, несмотря на языковые и культурные различия. Проведённое исследование фразеологизмов о пьянстве в русском и китайском языках позволило раскрыть глубинные связи между языком, культурой и коллективным сознанием.

Ключевые слова:

фразеологизмы, пьянство, русский язык, китайский язык, фреймовый анализ, языковая картина мира, сравнительный анализ.

Фразеологизмы, как неотъемлемая часть языковой системы, представляют собой уникальное явление, отражающее культурные, исторические и социальные особенности народа. Они не только обогащают речь, но и служат ключом к

пониманию менталитета, ценностей и традиций носителей языка. В современной лингвистике, особенно в рамках когнитивного направления, фразеология рассматривается как фрагмент языковой картины мира, аккумулирующий коллективный опыт поколений.

Изучение фразеологических единиц, связанных с такими социально значимыми явлениями, как пьянство, позволяет раскрыть глубинные механизмы взаимодействия языка, культуры и сознания.

Языковая картина мира русского и китайского народов формируется под влиянием уникальных культурных, исторических и философских факторов, что находит отражение в их фразеологических системах. Как подчеркивал В. фон Гумбольдт, язык является «духовным отражением нации» [Гумбольдт 1985: 324], что особенно ярко проявляется в идиоматических выражениях, связанных с социально значимыми явлениями, такими как пьянство.

Ф.И. Буслаев акцентировал, что фразеологические единицы – это «микромиры», содержащие нравственные ориентиры и житейскую мудрость [Буслаев 1954]. Они выполняют не только коммуникативную, но и воспитательную функцию, закрепляя в сознании носителей языка определённые модели поведения. Так, китайские чэньюй, такие как «醉生梦死» (zuì shēng mèng sǐ - «пьяная жизнь, сонная смерть»), отражают конфуцианские идеи умеренности и осуждения излишеств, что подчеркивает связь языка с философскими традициями.

В качестве основного метода исследования в данной работе использовался фреймовый анализ. Фреймовый анализ, как метод когнитивной лингвистики, позволяет исследовать фразеологизмы через призму структур знаний, закреплённых в языковом сознании. Основываясь на идеях М. Минского, который определял фрейм как «структуру данных для представления стереотипной ситуации» [Минский 1978: 15], данный подход акцентирует внимание на взаимосвязи языковых единиц с ментальными категориями. Изучение фразеологизмов с позиции теории фреймов даёт возможность проанализировать

их «глубинную» структуру, выявить и охарактеризовать механизмы формирования значений и метафорические процессы, отражающие восприятие мира конкретным народом [Булгакова 2017]. Фреймовая модель, по словам О.В. Гусельниковой, представляет собой иерархию субфреймов и слотов, отражающих типичные аспекты явления [Гусельникова 2007]. В контексте изучения фразеологизмов о пьянстве это означает выявление универсальных и культурно-специфических компонентов, формирующих смысловое поле идиом.

В обоих языках выделены ключевые субфреймы, структурирующие знания и оценки носителей языка. В русском языке, на основе анализа 37 единиц, выделены следующие субфреймы:

1. Физиологические проявления опьянения, включающие слоты интенсивности употребления и утраты контроля (например, «пить как сапожник», «быть под мухой»).

2. Степень опьянения, с градациями от умеренного до крайнего («быть навеселе», «напиться в стельку»).

3. Социальные последствия, отражающие материальные и моральные потери («спустить всё на вино», «спиться с круга»).

4. Оценка и отношение общества, где сочетаются осуждение и ирония («пьянь горькая», «душа нараспашку»).

В китайском языке, проанализировав 32 единицы, выделены субфреймы с иным акцентом:

1. Философско-этическая оценка пьянства, отражающая влияние конфуцианства и даосизма, с акцентом на нарушение гармонии и духовную деградацию (например, 「酒池肉林」 (jiǔ chí ròu lín) – «озеро вина и лес мяса»).

2. Социальные и индивидуальные последствия, включающие слоты утраты репутации и экономического краха (「酒后失言」 (jiǔ hòu shī yán) – «после вина теряешь речь»).

3. Степень опьянения и её восприятие, где физиологические проявления

менее выражены, а упор сделан на метафоричность и умеренность (「微醺」 (wēi xūn) – «лёгкое опьянение»).

4. Культурно-исторические аллюзии, использующие литературные и исторические контексты для передачи смыслов (「对酒当歌」 (duì jiǔ dāng gē) – «с вином в руках петь песни»).

Предлагаем обратить внимание на сопоставление субфреймов «Степень опьянения» в русском и китайском языках.

В обоих языках субфрейм «Степень опьянения» структурирован по принципу градации – от умеренного состояния до крайней степени опьянения. Однако способы выражения и культурные акценты различаются.

В русском языке выделены два основных слота:

- Умеренное употребление – фразеологизмы «быть навеселе», «под хмельком» обозначают легкое, нейтральное состояние опьянения, часто воспринимаемое как допустимое и бытовое явление;

- Крайняя степень – выражения «напиться в стельку», «в зюю» представляют гиперболизированные образы полной потери контроля и сознания, часто с комическим оттенком. Русский язык фиксирует физиологические проявления опьянения через яркие, конкретные и эмоционально окрашенные образы, что, по мнению исследователей, отражает амбивалентное отношение к алкоголю в русской культуре.

В китайском языке субфрейм «Степень опьянения» представлен следующими слотами:

- Умеренность – фразеологизм 「微醺」 (wēi xūn), означающий «лёгкое опьянение», характеризуется нейтральной оценкой и допустимостью в рамках ритуалов и социальных норм;

- Крайняя степень – фразеологизм 「烂醉如泥」 (làn zuì rú ní), образно описывающая полную утрату контроля, при этом акцент делается на моральном

осуждении такого состояния в соответствии с конфуцианской этикой. В отличие от русского языка, китайские фразеологические единицы избегают физиологической конкретики, предпочитая метафоричность и этическую оценку.

Таким образом, проведённое исследование фразеологизмов о пьянстве в русском и китайском языках позволило раскрыть глубинные связи между языком, культурой и коллективным сознанием. Анализ идиоматических выражений в рамках фреймового подхода продемонстрировал, что фразеология не только отражает, но и формирует отношение общества к социально значимым явлениям, выступая хранителем культурной памяти и этических норм. Культурно-специфические различия проявились в акцентах: русский язык тяготеет к физиологическим описаниям и коллективному осуждению, китайский – к абстрактным метафорам и индивидуальной ответственности.

Дальнейшее изучение других тематических групп фразеологизмов (например, связанных с едой, трудом, болезнью) позволит углубить понимание национальных языковых картин мира.

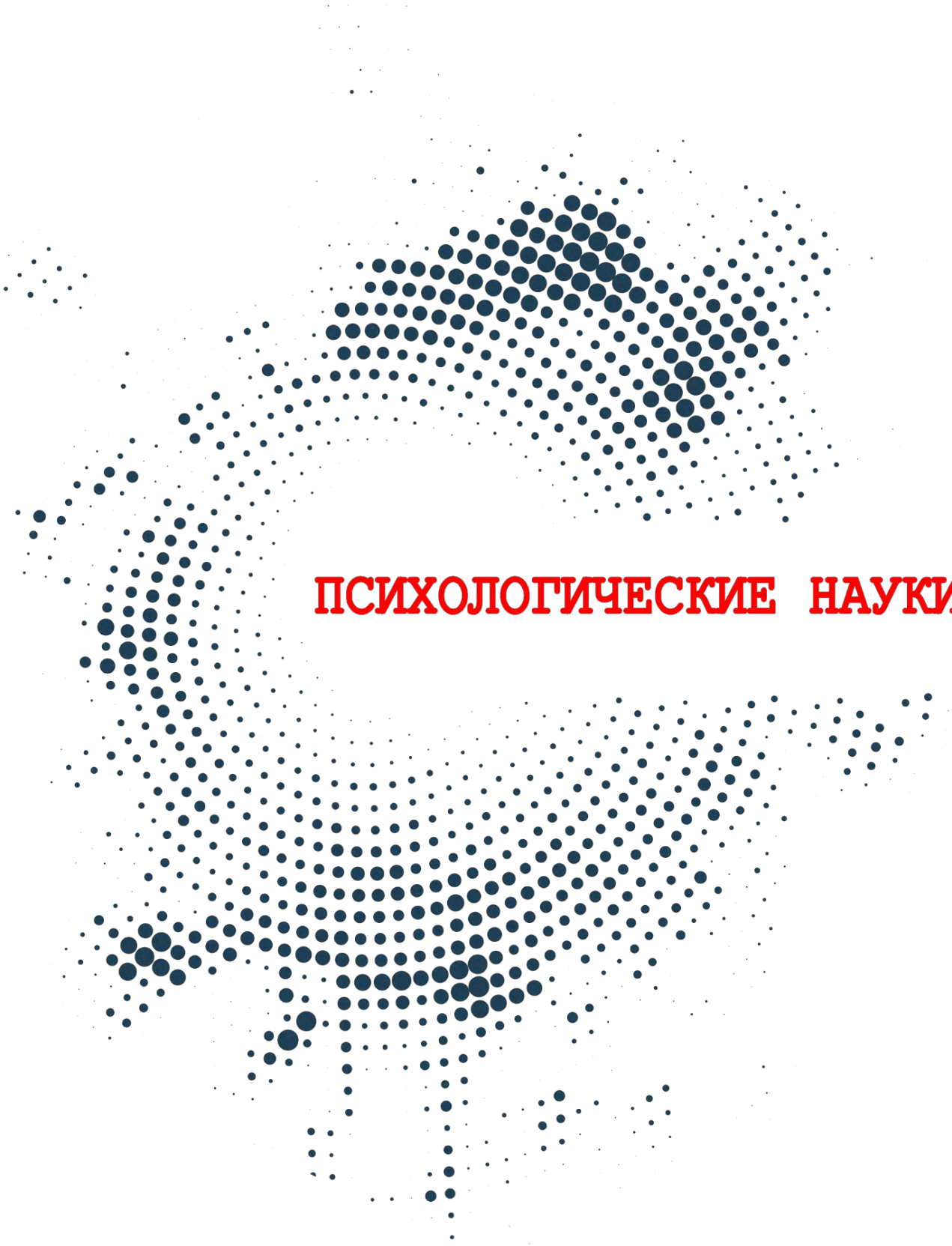
В заключение, фразеологизмы о пьянстве, как и вся фразеология, служат мостом между языком и культурой. Они не только фиксируют исторический опыт, но и транслируют этические ориентиры, делая язык живым инструментом передачи коллективной мудрости. Как отмечал В. фон Гумбольдт, «язык есть дух народа», и данное исследование подтвердило, что даже в таких, казалось бы, бытовых явлениях, как пьянство, отражается глубина этого духа.

Список использованной литературы:

1. Гумбольдт, В. фон. Язык и философия культуры / В. фон Гумбольдт. – М.: Прогресс, 1985. – С. 322-324.
2. Буслаев, Ф. И. Русские пословицы и поговорки, собранные и объясненные / Ф. И. Буслаев. – М.: Тип. А. Семена, 1954. – 23 с.
3. Минский, М. Фреймы для представлений знания / М. Минский. – Москва, 1978. – 105 с.

4. Булгакова, О.А. Специфика фреймовой организации фразеологизмов русского, китайского и телеутского языков с названиями блюд и продуктов питания / О.А. Булгакова, А.А. Кузнецова // Экология языка и коммуникативная практика. – Красноярск: Сибирский федеральный университет. – 2017. – №2. – С. 54-65.
5. Гусельникова, О.В. Динамика фреймовой структуры фразеологизмов с семантикой количества в обыденном сознании носителей языка: автореф. дис. ... канд. филол. наук. – Новосибирск, 2007. – 18 с.

© Гаврилова В.В., 2026



ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 1**Колесников М.В.**

Студент

Батиенко Е.С.

Студент

3 курс, факультет “Юриспруденция”

Южно-российский институт управления - филиал федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования "Российская академия народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации"

Россия, г. Ростов-на-Дону

Научный руководитель: Горчанюк Ю.А.,

кандидат наук физического воспитания и спорта,

доцент

доцент кафедры “Физвоспитание”

Южно-российский институт управления - филиал федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования "Российская академия народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской Федерации"

Россия, г. Ростов-на-Дону

СОН — ЛУЧШИЙ ТРЕНЕР. ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СНА НА СПОРТИВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Аннотация

Статья исследует сон как критический фактор спортивных достижений. Анализируются нейрофизиологические механизмы восстановления во сне, включая гормональную регуляцию и консолидацию моторной памяти. Приводятся

эмпирические данные о влиянии депривации сна на результаты и травматизм. Предлагаются практические методы оптимизации сна через управление светом, температурой, питанием и биомониторинг. Делается вывод о необходимости интеграции управления сном в тренировочный процесс как ключевого компонента подготовки.

Ключевые слова:

сон, спортивные результаты, восстановление, нейрофизиология, циркадные ритмы, депривация сна, травматизм, гигиена сна, биомониторинг, оптимизация.

Kolesnikov M.V.

3rd year, Faculty of Law The South Russian Institute of Management is a branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration ", Rostov-on-Don, Russia

Scientific supervisor: Gorchanyuk Yu.A.,

PhD in Physical Education and Sports, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Education The South Russian Institute of Management is a branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration ", Rostov-on-Don, Russia

SLEEP IS THE BEST COACH. THE IMPACT OF SLEEP QUALITY ON ATHLETIC PERFORMANCE AND RECOVERY

Summary

The article explores sleep as a critical factor in athletic performance. It analyzes the neurophysiological mechanisms of recovery during sleep, including hormonal regulation and motor memory consolidation. Empirical data on the impact of sleep deprivation on

results and injury risk are presented. Practical methods for sleep optimization through light, temperature, nutrition management, and biomonitoring are proposed. The conclusion emphasizes the need to integrate sleep management into the training process as a key component of preparation.

Keywords:

sleep, athletic performance, recovery, neurophysiology, circadian rhythms, sleep deprivation, injury risk, sleep hygiene, biomonitoring, optimization.

Представьте, что человеческий организм — это сложнейшая биохимическая лаборатория, работающая в режиме нон-стоп. Днем она активно расходует ресурсы, а ночью запускает процессы тонкой настройки и ремонта. В контексте спортивных достижений, где каждый процент эффективности на счету, именно ночная «смена» становится решающим фактором. Однако сон до сих пор часто воспринимается как пауза в активности, вынужденный простой, а не как полноценная фаза тренировочного цикла. Между тем, последние данные нейрофизиологии и спортивной медицины рисуют иную картину: качественный сон выступает в роли стратегического ресурса, напрямую влияющего на нейромышечную проводимость, метаболическое обновление и психологическую устойчивость атлета.

Физиологические механизмы, активирующиеся во время отдыха, напоминают работу высокоточного конвейера. В фазах медленного сна происходит пиковая секреция соматотропина — гормона, ответственного не только за рост, но и за восстановление микроразрывов мышечной ткани, полученных во время нагрузок. Параллельно снижается уровень кортизола, что создает оптимальный анаболический фон. Быстрый сон, в свою очередь, обеспечивает консолидацию памяти — той самой «мышечной памяти», которая закрепляет сложные двигательные паттерны, отработанные на тренировке. Таким образом, пропуская ночное восстановление, спортсмен не просто лишает себя отдыха, он прерывает

процесс биологической адаптации к полученной нагрузке, сводя на нет часть усилий предыдущего дня.

Эмпирические наблюдения подтверждают эту зависимость. Исследования с участием профессиональных атлетов демонстрируют четкую корреляцию между сокращением продолжительности сна и снижением ключевых показателей: точности бросков у баскетболистов, времени спринтерского реагирования у пловцов, выносливости у марафонцев. Более того, дефицит восстановительного периода статистически повышает риск травм, что превращает гигиену сна из вопроса общего самочувствия в элемент стратегии управления карьерой. Ярким примером служат проблемы джетлага у команд, вынужденных часто пересекать часовые пояса, — их результаты объективно снижаются до тех пор, пока не синхронизируются циркадные ритмы [1].

Целью данной работы является не просто констатация известных истин о пользе отдыха, а систематизация данных, раскрывающих сон как активный инструмент управления спортивной формой. В фокусе внимания окажутся практико-ориентированные методики: от оптимизации условий спальной среды до анализа индивидуальных биоритмов с помощью современных смарт-технологий. Последующий анализ позволит переосмыслить место сна в классической триаде «тренировка — питание — восстановление», выводя его на роль ключевого, а не вспомогательного, компонента подготовки. Это исследование построено на междисциплинарном анализе, синтезирующем выводы из специализированных публикаций по спортивной физиологии, нейробиологии и данным прикладных кейсов из практики ведущих тренерских штабов.

Если рассматривать восстановительные резервы организма как замкнутую экосистему, то сон представляет в ней процесс фундаментальной рекалибровки всех систем. Его архитектура, далекая от однородного покоя, является строго регламентированной последовательностью нейробиологических событий. Каждая стадия этого цикла выполняет специализированную функцию, напрямую

конвертируемую в физиологические возможности атлета.

Начальные стадии медленного сна, часто воспринимаемые как поверхностный отдых, инициируют критически важный процесс синхронизации нейронной активности. В этот период происходит своеобразный «сброс» синаптического напряжения, накопленного за время бодрствования. Для спортсмена это означает оптимизацию нейромышечной связи — базиса для точности и координации. Глубокий медленный сон (дельта-сон) трансформируется в главную метаболическую фазу. Гипофиз резко увеличивает секрецию соматотропина, причем его выброс коррелирует с продолжительностью именно этой стадии. Гормон роста здесь работает не как стимулятор увеличения массы, а в первую очередь как регулятор репарации: он направляет аминокислоты к поврежденным мышечным волокнам, активирует синтез клеточных белков и мобилизует жировые запасы для энергообеспечения восстановительных процессов. Одновременно наблюдается супрессия секреции кортизола, что создает низкокатаболическую среду, идеальную для анаболизма.

Парадоксальный, или быстроволновый сон, сопровождаемый сновидениями, закрепляет двигательные навыки. В этой фазе информация из гиппокампа, отвечающего за кратковременную память, перераспределяется в неокортекс для долговременного хранения. Нейрофизиологически это проявляется в повторном проигрывании дневных моторных паттернов — мозг буквально «репетирует» освоенные движения без физической нагрузки, укрепляя нейронные пути. Лишение этой фазы, даже при сохранении общей длительности сна, ведет к заметному ухудшению в освоении новой сложной техники.

Отдельного внимания заслуживает открытие лимфатической системы, активность которой в десять раз выше во время сна. Эта механическая система очистки использует пульсацию спинномозговой жидкости для вывода метаболических отходов, продуцируемых нейронами, в том числе бета-амилоидов и тау-белка. Для центральной нервной системы спортсмена это означает

профилактику нейровоспалительных процессов, которые могут манифестировать как синдром перетренированности, хроническая усталость и снижение когнитивных функций — скорости принятия решений и концентрации [2].

Наконец, сон выполняет функцию кардиореспираторной стабилизации. В фазе глубокого сна происходит естественное снижение частоты сердечных сокращений и артериального давления, что дает миокарду и сосудистой системе период абсолютного покоя. Это не просто отдых, а адаптационное окно, когда совершенствуется вегетативная регуляция, повышается вариабельность сердечного ритма — ключевой маркер готовности к нагрузкам и стрессоустойчивости. Таким образом, физиология сна предстает не набором изолированных явлений, а целостным оператором, который перезагружает эндокринную, нервную, мышечную и иммунную системы, готовя их к новым сверхнагрузкам. Этот скрытый от глаз биохимический конвейер и является тем самым «невидимым тренером», чья работа предопределяет эффективность всех видимых усилий на тренировочном поле.

Эмпирическая проверка гипотез о ключевой роли сна неизменно приводит исследователей к жестким цифрам и однозначным тенденциям. Лабораторные эксперименты, в которых контролируется продолжительность и качество отдыха атлетов, демонстрируют закономерности, сравнимые по четкости с воздействием фармакологического препарата. Так, в контролируемом исследовании с участием баскетболистов NCAA, увеличение времени сна до 10 часов в сутки на протяжении 5-7 недель привело к статистически значимому улучшению ряда ключевых показателей. Скорость спринтерского забега на 80 метров возросла в среднем на 5%, а процент реализации штрафных бросков повысился с 78% до 89%. Эти цифры напрямую указывают на то, что нейромышечная эффективность и когнитивная фокусировка являются производными не только от качества дневных тренировок, но и от ночной консолидации.

Обратная сторона этой зависимости проявляется еще более драматично.

Систематический недосып, определяемый как сон менее 6 часов в течение продолжительного периода, действует как прогрессирующий токсин для спортивных результатов. Мета-анализ работ, посвященных циклическим видам спорта, выявил, что депривация сна снижает время до истощения на беговой дорожке в среднем на 10-30% в зависимости от степени дефицита. Механизм кроется не только в психической усталости, но и в нарушении гликогенного обмена: неполноценный сон снижает чувствительность клеток к инсулину и тормозит ресинтез гликогена в мышцах и печени, лишая атлета базового энергетического субстрата для длительной нагрузки.

Риск травматизма, вероятно, является наиболее весомым практическим аргументом в пользу гигиены сна. Лонгитюдное наблюдение за подростками-спортсменами показало, что те, кто регулярно спал менее 8 часов, имели в 1.7 раза выше вероятность получить травму по сравнению с их лучше отдыхающими сверстниками. Патофизиология этого феномена комплексна: снижение скорости реакции и нарушение проприоцепции (ощущения положения тела в пространстве) из-за невыспанного состояния сочетаются с кумулятивным микро-воспалением в тканях, не успевших завершить репарацию. Сухожилия и связки, чей метаболизм значительно медленнее мышечного, оказываются особенно уязвимыми в условиях дефицита глубоких стадий сна, когда кровоток в них максимален, а процессы восстановления коллагеновых волокон наиболее активны.

Реальность профессионального спорта с его переездами вносит дополнительную дисфункцию в виде десинхроноза циркадных ритмов — джетлага. Исследование результатов матчей бейсбольной MLB, команды которых совершали длительные перелеты с пересечением трех и более часовых поясов, выявило устойчивую корреляцию. Команды, игравшие «на западе» (т.е. когда их внутренние биологические часы отставали от местного времени), на протяжении первых трех дней демонстрировали значимо более низкие показатели победы, совершали больше ошибок и показывали сниженную эффективность питчеров. Это можно

объяснить рассогласованием между пиками секреции кортизола и тестостерона с внешним графиком соревновательной активности, что ведет к субоптимальной мобилизации ресурсов в нужный момент [3].

Таким образом, полевые и лабораторные данные сходятся в одном: сон выступает не просто благоприятным фоном, а независимой переменной в уравнении спортивного результата. Его дефицит или низкое качество детерминированно снижают производительность, увеличивая при этом риски для здоровья карьеры атлета. Эти выводы смещают фокус с пассивных рекомендаций «больше спать» на активное управление сном как тренируемой функцией, требующей такого же точного мониторинга и дозирования, как и физическая нагрузка.

Переход от осознания ценности сна к его активной оптимизации требует от спортивного сообщества пересмотра устоявшихся парадигм восстановления. Если физические нагрузки планируются по часам, а питание рассчитывается по граммам, то сон зачастую остается на периферии управленческого внимания, предоставленный самому себе. Однако современные данные позволяют внедрить целенаправленные интервенции, превращающие ночной отдых в программируемый элемент подготовки.

Краеугольным камнем такой оптимизации становится управление циркадными ритмами через контроль световой среды. Рецепторы ipRGC в сетчатке глаза, чувствительные к коротковолновому (сине-голубому) свету, напрямую влияют на выработку мелатонина — ключевого гормона сна. Для атлета, особенно в условиях вечерних тренировок или соревнований при искусственном освещении, это создает проблему подавления секреции мелатонина. Практическим решением выступает не просто уменьшение яркости экранов за 2-3 часа до отдыха, а использование специальных очков с янтарными линзами, блокирующими синий спектр. Исследования в рамках подготовки олимпийских сборных подтверждают, что подобная мера способствует более раннему и глубокому погружению в дельта-

сон, даже при нестандартном графике активности.

Терморегуляция представляет собой еще один мощный рычаг влияния. Естественный сигнал ко сну — падение температуры ядра тела примерно на 0.5-1.0°C за счет расширения периферических сосудов. Этот процесс можно смоделировать извне, применяя методику контрастного термального воздействия. Холодный душ или локальное охлаждение зоны шеи и лица за 60-90 минут до сна способствуют усилению периферической вазодилатации и более эффективному оттоку тепла от ядра тела. В противоположность этому, согревание стоп, например, теплой ванной для ног, создает иллюзию безопасности и расслабления, активируя парасимпатическую нервную систему, что также облегчает засыпание.

Нутритивные стратегии должны быть синхронизированы не только с тренировками, но и с фазами сна. Ключевым элементом здесь является триптофан — предшественник мелатонина и серотонина. Однако его проникновение через гематоэнцефалический барьер конкурирует с другими аминокислотами. Употребление быстрых углеводов (например, небольшой порции риса или ягод) за час до сна вызывает инсулиновый отклик, который «отвлекает» конкурирующие аминокислоты на периферию, облегчая доступ триптофана в мозг. Параллельно необходимо жестко ограничивать вещества-антагонисты: кофеин с его периодом полураспада до 6-8 часов, а также алкоголь, который, несмотря на седативный эффект, грубо фрагментирует структуру сна, практически полностью подавляя критически важную REM-фазу.

Мониторинг перестает быть уделом лабораторий с появлением носимых технологий. Однако ценность представляет не просто актиграфия, отслеживающая движения, а комплексный анализ вариабельности сердечного ритма (BCP) в ночное время. Высокий уровень парасимпатической активности (показатель RMSSD) во сне коррелирует с качеством восстановления и готовностью к нагрузкам на следующий день. Таким образом, утренний показатель BCP становится объективным критерием для принятия тактических решений: стоит ли проводить

запланированную высокоинтенсивную сессию или следует скорректировать план в сторону активного восстановления. Короткий контролируемый дневной сон продолжительностью 20-30 минут может служить инструментом ситуационной коррекции, не вызывая инерции сна, однако он не компенсирует структурные нарушения ночного цикла и должен применяться стратегически, не позднее 15-16 часов дня.

Таким образом, управление сном трансформируется из пассивного ожидания отдыха в активный биохакинг, основанный на манипуляции внешними и внутренними факторами. Интеграция этих протоколов в индивидуальный план подготовки позволяет не просто «больше спать», а конструировать сон нужного качества и глубины, делая его предсказуемым и управляемым компонентом спортивного успеха.

Проведенный анализ позволяет утверждать, что сон окончательно перестал быть периферийной темой в спортивной науке, переместившись в самый эпицентр дискуссий о пределе человеческих возможностей. Итогом этого исследования становится не просто констатация известного тезиса «спать полезно», а формулировка новой рабочей парадигмы, в которой сон рассматривается как активная, управляемая и измеримая фаза адаптации к нагрузкам. Его функция эволюционировала от пассивного отдыха до роли полноценного системного интегратора, который консолидирует эффект тренировок, модулирует гормональный фон и перезагружает когнитивные ресурсы [4].

Практическим следствием данного подхода является настоятельная необходимость индивидуализации режимов восстановления. Универсальные рекомендации «спать 8 часов» оказываются столь же неэффективными, как и общие советы по питанию без учета метаболизма конкретного атлета. Будущее видится за персонализированными сонными протоколами, которые будут строиться на непрерывном мониторинге не только продолжительности, но и структуры ночного отдыха, корреляции фаз сна с биохимическими маркерами и

психофизиологическим состоянием спортсмена в течение дня. Оптимальный сон для тяжелоатлета, ориентированного на гипертрофию и силовые показатели, может отличаться по своей архитектуре от сна марафонца, приоритетом которого является аэробное восстановление и экономизация энерготрат.

Внедрение подобных технологий столкнется с рядом вызовов, прежде всего, культурного и организационного свойства. Традиционная спортивная среда, исторически построенная на ценностях преодоления и стоицизма, часто с подозрением относится к «изнеживающим» практикам контроля за отдыхом. Преодолеть этот барьер можно только через просвещение и демонстрацию неоспоримой экономической эффективности: инвестиции в гигиену сна и специализированный персонал (сомнологов, биохакинга) окупаются снижением травматизма, продлением карьеры и повышением консистентности выступлений. Грамотное управление сном становится фактором конкурентного преимущества на самом высоком уровне.

Таким образом, заключительный вывод работы выходит за рамки физиологии. Качество сна трансформируется в ключевой критерий зрелости всей спортивной системы, показатель того, насколько глубоко научное знание интегрировано в повседневную практику подготовки. Когда тренер анализирует данные о фазах сна атлета с тем же вниманием, что и показатели GPS-трекера, а график соревнований планируется с учетом циркадных ритмов команды, — только тогда можно говорить о целостном подходе, при котором организм используется не как ресурс для истощения, а как сложная система, требующая умного и бережного управления для долгосрочного совершенства. Сон, в этой новой логике, — не антракт между тренировками, а их главное смысловое продолжение и условие эффективности.

Список использованной литературы:

1. Шалагинова Д.С., Игонина А.С., Легонькова Е.А. Влияние физической активности и адаптационных реакций организма на риск развития травм у спортсменов // Молодой ученый. — 2024. — № 21. — С. 52–56.

2. Кириенко А.В. Связаны ли спортивные достижения и генетика // Молодой ученый. — 2020. — № 18. — С. 422–424.
3. Лисаченко О.В., Двинин Р.В. Актуальные проблемы физической культуры в современных условиях // Молодой ученый. — 2024. — № 21. — С. 699–701.
4. Сотников, Д.П. Влияние сна на спортивные достижения: взаимосвязь физической активности и отдыха / Д.П. Сотников. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2024. — № 47 (546). — С. 362-363.

© Колесников М.В., Батиенко Е.С., 2026