



ISSN Print 2413-5291

НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ УЧЕНЫХ (НАУ)  
DOI: [10.31618/NAS.2413-5291.2024.2.99](https://doi.org/10.31618/NAS.2413-5291.2024.2.99)

## Ежемесячный научный журнал Том 2 №99 / 2024

### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Макаровский Денис Анатольевич**

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

### ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**Чукмаев Александр Иванович**

<https://orcid.org/0000-0002-4271-0305>

Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права. Астана, Казахстан

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

**Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

**Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

**Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

**Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и

безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

**Садовская Валентина Степановна**

AuthorID: 427133

Доктор педагогических наук, профессор, Заслуженный работник культуры РФ, академик Международной академии Высшей школы, почетный профессор Европейского Института PR (Париж), член Европейского издательского и экспертного совета IEERP.

**Ремизов Вячеслав Александрович**

AuthorID: 560445

Доктор культурологии, кандидат философских наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, академик Международной Академии информатизации, член Союза писателей РФ, лауреат государственной литературной премии им. Мамина-Сибиряка.

**Измайлова Марина Алексеевна**

AuthorID: 330964

Доктор экономических наук, профессор Департамента корпоративных финансов и корпоративного управления Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

**Гайдар Карина Марленовна**

AuthorID: 293512

Доктор психологических наук, доцент. Член Российского психологического общества.

**Слободчиков Илья Михайлович**

AuthorID: 573434

Профессор, доктор психологических наук, кандидат педагогических наук. Член-корреспондент Российской академии естественных наук.

**Подольская Татьяна Афанасьевна**

AuthorID: 410791

Профессор факультета психологии Гуманитарно-прогностического института. Доктор психологических наук. Профессор.

**Пряжникова Елена Юрьевна**

AuthorID: 416259

Преподаватель, профессор кафедры теории и практика управления факультета государственного и муниципального управления, профессор кафедры психологии и педагогики дистанционного обучения факультета дистанционного обучения ФБОУ ВО МГППУ

**Набойченко Евгения Сергеевна**

AuthorID: 391572

Доктор психологических наук, кандидат педагогических наук, профессор. Главный внештатный специалист по медицинской психологии Министерства здравоохранения Свердловской области.

**Козлова Наталья Владимировна**

AuthorID: 193376

Профессор на кафедре гражданского права юридического факультета МГУ

**Крушельницкая Ольга Борисовна**

AuthorID: 357563

кандидат психологических наук, доцент, заведующая кафедрой теоретических основ социальной психологии. Московский государственный областной университет.

**Артамонова Алла Анатольевна**

AuthorID: 681244

кандидат психологических наук, Российский государственный социальный университет, филиал Российского государственного социального университета в г. Тольятти.

**Таранова Ольга Владимировна**

AuthorID: 1065577

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Уральский гуманитарный институт, Департамент гуманитарного образования студентов инженерно-технических направлений, Кафедра управление персоналом и психологии (Екатеринбург)

**Ряшина Вера Викторовна**

AuthorID: 425693

Институт изучения детства, семьи и воспитания РАО, лаборатория профессионального развития педагогов (Москва)

**Гусова Альбина Дударбековна**

AuthorID: 596021

Заведующая кафедрой психологии. Доцент кафедры психологии, кандидат психологических наук Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, психолого-педагогический факультет (Владикавказ).

**Минаев Валерий Владимирович**

AuthorID: 493205

Российский государственный гуманитарный университет, кафедра мировой политики и международных отношений (общеевропейская) (Москва), доктор экономических наук

**Попков Сергей Юрьевич**

AuthorID: 750081

Всероссийский научно-исследовательский институт труда, Научно-исследовательский институт труда и социального страхования (Москва), доктор экономических наук

**Тимофеев Станислав Владимирович**

AuthorID: 450767

Российский государственный гуманитарный университет, юридический факультет, кафедра финансового права (Москва), доктор юридических наук

**Васильев Кирилл Андреевич**

AuthorID: 1095059

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Инженерно-строительный институт (Санкт-Петербург), кандидат экономических наук

**Солянкина Любовь Николаевна**

AuthorID: 652471

Российский государственный гуманитарный университет (Москва), кандидат экономических наук

**Карпенко Юрий Дмитриевич**

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория эколого-гигиенической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

**Малаховский Владимир Владимирович**

AuthorID: 666188

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей, кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.

**Ильясов Олег Рашитович**

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

**Косс Виктор Викторович**

AuthorID: 563195

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.

**Калинина Марина Анатольевна**

AuthorID: 666558

Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.

**Сырочкина Мария Александровна**

AuthorID: 772151

Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

**Шукшина Людмила Викторовна**

AuthorID: 484309

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Головной вуз: РЭУ им. Г.В. Плеханова, Центр гуманитарной подготовки, Кафедра психологии (Москва), доктор философских наук

**Оленев Святослав Михайлович**

AuthorID: 400037

Московская государственная академия хореографии, кафедра гуманитарных, социально-экономических дисциплин и

менеджмента исполнительских искусств (Москва), доктор философских наук.

**Терентий Ливиу Михайлович**

AuthorID: 449829

Московская международная академия, ректорат (Москва), доктор филологических наук

**Шкаренков Павел Петрович**

AuthorID: 482473

Российский государственный гуманитарный университет (Москва), доктор исторических наук

**Шалагина Елена Владимировна**

AuthorID: 476878

Уральский государственный педагогический университет, кафедра теоретической и прикладной социологии (Екатеринбург), кандидат социологических наук

**Франц Светлана Викторовна**

AuthorID: 462855

Московская государственная академия хореографии, научно-методический отдел (Москва), кандидат философских наук

**Франц Валерия Андреевна**

AuthorID: 767545

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт государственного управления и предпринимательства (Екатеринбург), кандидат философских наук

**Глазунов Николай Геннадьевич**

AuthorID: 297931

Самарский государственный социально-педагогический университет, кафедра философии, истории и теории мировой культуры (Москва), кандидат философских наук

**Романова Илона Евгеньевна**

AuthorID: 422218

Гуманитарный университет, факультет социальной психологии (Екатеринбург), кандидат философских наук

**Ответственный редактор**  
Чукмаев Александр Иванович  
Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права.  
(Астана, Казахстан)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая,  
д. 44, к. 1, литера А

**Адрес электронной почты:** [info@national-science.ru](mailto:info@national-science.ru)

**Адрес веб-сайта:** <http://national-science.ru/>

Учредитель и издатель ООО «Логика+»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,  
улица Народной Воли, 2, оф. 44

**Художник:** Венерская Виктория Александровна

**Верстка:** Коржев Арсений Петрович

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций.

# СОДЕРЖАНИЕ

## ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

*Bunyad Ahmad Shayeq*  
REVIEWING THE IMPACT OF SMARTPHONE USAGE ON ACADEMIC PERFORMANCE AMONG STUDENTS OF  
HIGHER EDUCATION ..... 6

*Родин В.А.*  
ЭЛЕКТРОН..... 11

*Tertyshnik E.G., Epifanov A.O., Epifanova I.E.*  
POSSIBILITY OF CARRYING OUT NUCLEAR REACTIONS REVERSED TO BETA DECAY UNDER THE INFLUENCE OF  
ELECTRONS ACCELERATED TO HUNDREDS OF KEV..... 18

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

*Бисенгалиев А., Дауталин К.А., Митрофанская Ю.В., Мариныч О.В., Шамсутдинова К.Н.*  
«ОБЗОР МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ, СНИЖЕНИЯ И  
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СЛУЧАЕВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА С ПОЗИЦИЙ МОНИТОРИНГА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ»..... 21

*Вершинин В.А.*  
ДИСКРЕТНАЯ ОБРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ОГИБАЮЩЕЙ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ДВОИЧНЫХ СООБЩЕНИЙ  
УЗКОПОЛОСНЫМИ ПЕРЕКРЫВАЮЩИМИСЯ СИГНАЛАМИ ..... 26

*Качальский В.Г.*  
МЕТОД ПРОГРАММНОЙ КОРРЕКЦИИ САМОРАЗОГРЕВА ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ МАЛЫХ  
ПЕРЕМЕЩЕНИЙ..... 31

*Панова И.М., Сеницына Ю.В.*  
АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РЕСУРС КЕРАМИЧЕСКИХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ ..... 35

## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

*Логонов В.В.*  
ПЕРВИЧНАЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ КАНИФОЛИ ..... 41

# ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

## REVIEWING THE IMPACT OF SMARTPHONE USAGE ON ACADEMIC PERFORMANCE AMONG STUDENTS OF HIGHER EDUCATION

*Bunyad Ahmad Shayeq*

*a member of the Scientific Staff, Physics Department,  
Faculty of Education, Al-Beroni University*

УДК: 53.1

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СМАРТФОНОВ НА АКАДЕМИЧЕСКУЮ УСПЕВАЕМОСТЬ СРЕДИ СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

*Буньяд Ахмад Шайек*

*член научного персонала физического факультета педагогического факультета  
Университета Аль-Берони*

### ABSTRACT

Adoption of Smartphone by students of higher learning has been a global phenomenon in recent years. It is more than an integral part of adolescents' daily lives and has become the most popular form of electronic communication. Infact, the Smartphone has turned from a technological tool to a social tool. Smartphone and tablets play a very significant role in higher learning student's information seeking behaviour in meeting their learning and research needs. This paper explores the impact of Smartphone on academic performance of higher learning students. The study revealed high level of awareness about the usage of smartphones by higher learning students for their academic works. Results showcases that smartphones have tremendous impact on their higher education. Especially with easy internet access and high speed browsing as it saves time and money rather than going to cybercafé/college library. Moreover, lack of experts who are technically strong on repairs during fault occurrence, operational difficulties, high cost of data subscription from service providers and fragility are the major problems that are encountered while using smartphones. This study aims in finding out the relationship between smartphone usage and academic performance among students of higher learning. The study involved data collation based on description of the phone usage habit such as browsing frequency, information sourced, sites visited, and examining the effect of smartphones on students' academic related activities. The hours spent on the phones by students were also gauged and compared with one another focusing on studies and learning perspectives respectively.

### АННОТАЦИЯ

Использование смартфонов студентами высших учебных заведений в последние годы стало глобальным явлением. В данной статье исследуется влияние смартфона на академическую успеваемость студентов вузов. Целью данного исследования является выяснение взаимосвязи между использованием смартфонов и академической успеваемостью среди студентов высших учебных заведений.

**слова:** Смартфоны, Академическая деятельность студентов, Студенты вузов, успеваемость.

**Key words:** Smartphones, Student academic activities, Higher learning students, academic performance.

### Ключевые

### I. INTRODUCTION

Learning is imperative for growth and in today's era the gadgets become a supplement to add value for learning activities. Invariably the students are those who either become a beneficiary if they use the gadgets in appropriate manner or become a trap if used inappropriately. This study as indicated previously focuses on the impact of Smartphone among the students who takers of higher education and the relative impact on academic performance. A mobile phone is an electronic device used for two-way radio telecommunication over a cellular network of base stations known as cell sites (as defined by Vijayakumaran Nair.K & Vinod Chandra S.S, 2014). Many definitions of mobile phones validates the point that its existence in the world was for emergency purpose but over the time the usage has taken varied purposes. If students have a mobile phone, then it is easy to contact anyone at their needs. For instance, if a

student is in danger, he/she can contact their parents for rescue and safeguard themselves. Likewise, a student with a phone can contact police at any harmful situation, or contact fire brigade if they find fire somewhere, or even they can call any useful departments on their needs. Therefore, mobile phone is one of the best solutions for any emergency situations. Mobile phones have become an essential part of anyone's day to day life since 1990s. As cell phones have become more available, they are increasingly owned and used by college/university students as well. The aim of this research is to assess the impact of mobile phones in learning as they enhance students' learning in different ways. Smartphones easily promote collaborative and different types of learning through their wireless connection to the internet. Their adoption in learning processes by the higher institution management as student-learning and communication device tools is useful. Taking a step ahead, the impact

of mobile learning on students' learning behaviours and performance have also been highlighted in recent research (Wand, Minjuan et al 2009). Mobile phones motivate students in a classroom environment to be more engaged to the lesson promoting learner-centred participation. This indicates the dynamic support that the Smartphone has brought to students' learning practice.

## 2. LITERATURE REVIEW

The survey conducted by D. North, K. Johnston, and J. Ophoff (2014) showcased few signs of addiction to respondent's mobile phones. Their study explored the use and role of mobile phones among South African university students. The focused on four main categories to examine the students' mobile phone use were namely a) reasons to use mobile phones b) pattern of mobile phone use c) purchasing factors d) behaviour-related issues. Differences in mobile phone use by gender were found, with female students showing increased mobile phone use for safety and socializing, interest in brand and trends, as well as signs of addiction. They found that Males and females differ significantly in some areas of mobile phone use. A recent study conducted by (Gretchen Krebs, 2012) shows that smartphones have a huge impact on student achievement. Sceptically, including some parents, worry about kids wasting time in class, but so far the benefits of allowing personal technology in schools outweigh the risks.

A research conducted by H.M.Abuhasna and I.M.H. Amin indicates the differences due to age and gender do not appear to be particularly significant; most significant differences appear to be due to the mobile devices used or technologies available. The use or not of certain technologies like social networking among students is high compared to downloading podcast or searching for answers during examinations. According to (M. J. Stollak, et al, 2011) students who have smartphones were more likely to both access social networks and spend time in chatting with others. From an educational point of view, student can enhance their academic performance level by watching online resources and professors may have to be wary of assigning project works involving social media to students as some may have an advantage in completing the work than others. (P. Jubien, 2013) in her qualitative study concludes that graduate students combine their personal lives with their student lives influenced by the use of smartphones. This finding can be understood as a statement that students can have a classroom at home or wherever making use of

communication and educational applications offered by smartphones. she also mentions another finding about how smartphones are influencing and changing educational practices. For example, changes in the way to gather information, to receive instructions from teachers, to do homework, to collaborate with classmates, among others. The independent variable namely age becomes an important factor to be considered to gauge the impact of cell phone usage among students and in addition the age being at the level of adolescence is very critical which has been postulated by (Elkind, 1967), in his theory. As the

theory focuses on adolescent egocentrism, pointed out heightened selfconsciousness during adolescence. The theory highlights that the adolescence stage is critical because of authority, unwillingness to accept and quick to find fault with others which leads seeing from one's own perspective alone and not being empathetic which has been conducted among students of the University of Ibadan. Similarly, his study also showcases that ostentatious mode of using and disposing of the internet enabled phones at will, in order to be abreast of current trends which validates his point that today's students are more of attention seekers.

The West African Examination Council WAEC Chief Examiner Report, 2014 has shown the data from the Taraba State that most of the students fail English Language and Mathematics. This may be partly attributed to high usage of Mobile Phone telecommunication gadgets and student spend more time in mobile phone usage instead of concentrating their classroom work. The free night calls, chatting, instant messaging, social networking and exam malpractices etc are greatly influencing the student's academic performance. M. Tayseer, et al(2014) proposed a research article titled "Social Network: Academic and Social Impact on College Students. " and found that there is a correlation between the students GPAs and their frequent usage of social networks like twitter, face book. They also found that many of their respondents do not use social sites to look for academic related information; however, many of them support the idea of having online learning. Another finding showed that the students tend to use social networks like Face book and Twitter in social purposes rather than the academic ones.

This work concentrates on finding the Impact of smartphone usage on academic performance of higher learning students in virudhunagar district which includes 12 Arts and science colleges, 12 Engineering Colleges and one deemed university.

## 3. METHODOLOGY

The subjects of the study included students from the Virudhunagar. Quantitative research method was adopted and data were treated accordingly. The population of the study comprised of 40% of the students from the various institutions during the year 2016. This constituted to the sample for the study. The data obtained for the survey was collected between October and November 2016 by questionnaire method. Closed-ended questions were adopted which in-turn were interpreted and analysed. A total of 85 copies of questionnaire were distributed to students of the various institutions including those from the various departments of which 80nos were returned with a response rate of 88.9%. The returned copies of questionnaire were analyzed using percentage and frequency count.

## 4. RESEARCH DESIGN

The design was such as to trace vital predictive relationship and degrees of association among variables. In order to analyze the information collected, the sampling method of research design was adopted. Simple random sampling method is adopted for data collection. Simple Random Sampling (SRS) is a simple

random sample of a given size; all such subsets of the frame are given an equal probability. Furthermore, any given pair of elements has the same chance of selection as any other such pair. This minimizes bias and simplifies analysis of results. In particular, the variance between individual results within the sample is a good indicator of variance in the overall population, which makes it relatively easy to estimate the accuracy of results. The study population consisted of all higher learning students of the Virudhunagar District, Tamil Nadu State. Thus students were randomly selected on campus to administer the questionnaire. Henceforth it is noted that the findings of the study will have equal applicability to other students in the schools. The survey questionnaire was accordingly, administered physically and taken back immediately and some after few days. This is dependent on the choice of the individual making up the sample size. A self-administered process whereby the respondent himself reads the questions and records answer without the assistance of an interviewer. The questionnaire was designed to collect relevant information the questions were numbered for easy references and arranged so that the respondents can understand easily the reason and important attached each question. The form of

questionnaire used provided on easy quick way of collecting objective information from primary sources without necessary allowing the respondents to strain

his or her brain for answers. The content validity ensured of the validity of the study. Coincidentally, test-retest method was also used in this study in order to test the reliability, out of

forty questionnaire returned, 15 questions were marked for test-retest.

## 5. RESULTS AND DISCUSSIONS

Based on the data collected 60% of the students reported that they have android mobile with internet connection and have the internet enabled phones. Around 90% of them have been actively using the internet mobile services to surf and browse the net. The following figure shows the analysis of browsing frequency of respondents. Data was collected around 373 students. Among them the 223 students having mobile phones with net connection and 200 students actively used internet mobile services to surf and browse the net.

Table 1: Showing average hours per day spent on both academic and social communication by respondents

Table 1

Average Hours Spent Per Day				
Total Hours Spent	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
less than 2 hours	55	27.5	27.5	27.5
2 to 5 hours	58	29	29	56.5
5 to 7 hours	68	34	34	90.5
5 to 7 hours	19	9.5	9.5	100
	200	100		100

According to the table above, the average hours spent on usage of smartphone by majority of the respondents (34% lies on 5 -7 hours per day which is too much for students to spend those hours on academic activities rather than non - academic issues which eventually improves the academic performance

because the time needed by student to concentrate on his/her studies is almost occupied by academic interactions like online materials, registering online courses. The information on the table 1 above can also be presented in figure 1 below.

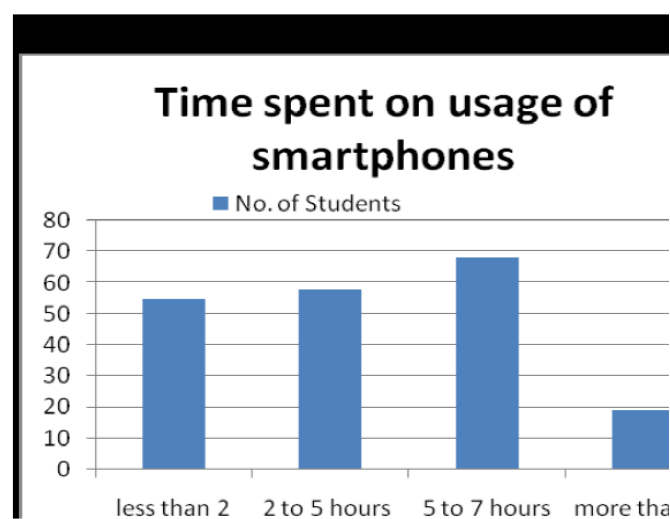
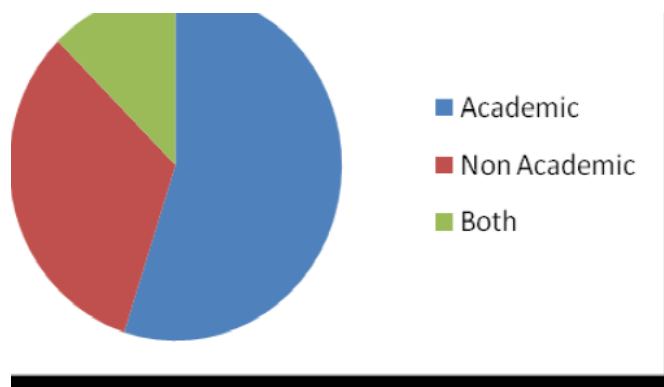




Table 2

**Showing the use of smartphone**

	<i>Frequency</i>	<i>Percent</i>	<i>Valid Percent</i>	<i>Cumulative Percent</i>
<i>Valid Academic</i>	110	55.0	55.0	82.5
<i>Valid Academic</i>	65	32.5	32.5	32.5
	25	12.5	12.5	100.0
	200	100.0	100.0	



As it can be shown above, the majority of respondents responded positively on the use of smartphone for academic purposes (55 %) like sharing of materials or notes provided by lecturers/instructors compared to 32.5% who use their smartphone for non academic purposes (32.5%) like communications, charting with friends browsing some social news for celebrities So the above testament shows that most of students in higher learning institutions tends to use smartphones for academic purpose than non-academic purpose which let them to improve the quality and updated learning and increase the concentrations in

class when instructor/lecturer is giving his/her lectures and this causes the better result in academic performance. This is also analysed with the help of Chi Square test.

**Hypothesis:**

H0: there is no significant relationship between the usage of phones for academic purposes and non academic purposes. H1: there is significant relationship between the usage of phones for academic purposes and non academic purposes. Table 3: Showing the browsing frequency of smartphone for academic and non academic purposes:

Browsing Frequency	Academic	Non Academic	Total
low	25	43	68
Medium	35	20	55
High	63	14	77
	123	77	200

Table:4

**Computation of Test Statistical for Academic Purpose Compared to non academic purposes**

Browsing Frequency	Responses	O	E	O-E	(O-E) <sup>2</sup>	(OE) <sup>2</sup> / E
Academic	Low	25	41.82	16.82	282.91	6.77
	Medium	35	33.83	1.17	1.37	0.04
	High	63	47.36	15.64	244.61	5.16
Non Academic	Low	43	26.18	16.82	282.91	10.81
	Medium	20	21.18	-1.18	1.39	0.07
	High	14	29.65	-15.65	244.92	8.26

Calculated Value	31.11
------------------	-------

Where E stands for expected value and O is the observed value

$$X^2 = \frac{\sum (O - E)^2}{E} = 31.108 \text{ (H1)}$$

$$X^2 \text{ table value} = (r - 1)(C - 1) = (3 - 1)(2 - 1) = 2 \times 1 = 2$$

$$2 \text{ at } 0.05 = 5.991 \text{ (H0)}$$

Conclusion: Since the  $X^2$  calculated value of 31.108 is greater than the  $X^2$  table value of 5.991. Hence, we reject H0 and accept H1.

There is significant relationship between the usages of the mobile for academic purposes like sharing of materials or notes provided by lecturers/instructors compare to non academic purposes like chatting on Facebook, Whatsapp and BBM.

#### Discussion of Findings

From the analysis of result in table above, the following findings were made during the research;  213 questionnaires were administered; 200 were collected while 13 were rejected because of incomplete source of information.

Most of the respondent expressed their academic performance was improved due to the proper usage of mobile phones.

Most of the respondent believed that the biggest issue in mobile phone usage is the addiction to usage of social network.

Most of the respondent believed that the students use their mobile phones on academic network (using it to learn eBooks) than using it to social network

**So we concluded that if the use of mobile phone is managed and properly harnessed, it would definitely improve the academic performance of students.**

#### 6. CONCLUSION

Based on the chi square test, it is observed that there is no significant relationship affecting the academic performance of students in using smartphones. Data was collected from students around Virudhunagar district. The relationship between smartphone usage and academic activities among higher learning students was found. Each and every technology has its own advantages and disadvantages for students and mobile phone is one of them. Students, who passed in first class, must be gained some extra knowledge and surely which is from the internet. Before the library helps the student to gain some extra knowledge and now the whole library is in the student's pocket as a mobile phone. In this study data both Description of the phone usage

habit such as Browsing frequency, Information sourced, Sites visited and etc., were collected and found

that there is no significant relationship affecting the academic performance of students in using smartphones.

#### RECOMMENDATIONS

Further study may be undertaken as to the specific extent when can smartphone usage can be disruptive of learning processes and detrimental to studies.

The professors should give orientation on the use of smartphones especially for information to maximize their use as an aid to learning processes.

College Administration may create a hub wherein texts messages and pictures can be sent twenty-four seven (24/7) for a safe campus.

A mobileapp may be generated to monitor the students' behaviour on Smartphone usage to exhibit the accurate results.

#### REFERENCES

[1]D. North, K. Johnston, and J. Ophoff, "The Use of Mobile Phones by South African University Students," Issues in Informing Science and Information Technology, vol. 11, 2014.

[2]<http://www.deseretnews.com/article/86556692/5/Smartphones-smarter-students.html?pg=all>.

[3]H. M. Abuhassna and I. M. H. Amin, "Students feedback and perception regarding mobile phone applications at the faculty of education in-UPM."

[4][https://en.wikipedia.org/wiki/Adolescent\\_egocentrism](https://en.wikipedia.org/wiki/Adolescent_egocentrism)

[5]M. J. Stollak, A. Vandenberg, A. Burklund, and S. Weiss, "Getting social: The impact of social networking usage on grades among college students," in Proceedings from ASBBS annual conference, 2011, pp. 859-865.

[6]P. Jubien, "Shape Shifting Smartphones: Riding the Waves in Education," Canadian Journal of Learning and Technology, vol. 39, p. n2, 2013.

[7] Twum, R. (2011) Students' Questionnaire on Mobile Phone Use in Learning (SQMPUL). Kenyatta University, Kenya

[8]M. Tayseer, F. Zoghieb, I. Alcheikh, and M. N. Awadallah, "Social Network: Academic and Social Impact on College Students."

[9]P. A. Kirschner and A. C. Karpinski, "Facebook® and academic performance," Computers in human behavior, vol. 26, pp. 1237-1245, 2010.

[10]J. Lee, B. Cho, Y. Kim, and J. Noh, "Smartphone Addiction in University Students and its Implication for Learning," in Emerging Issues in Smart Learning, ed: Springer, 2015, pp. 297-305.

**ЭЛЕКТРОН****Родин Владимир Александрович***Кандидат технических наук, независимый исследователь,  
г. Санкт-Петербург***ELECTRON****Vladimir A. Rodin***PhD in Engineering, independent researcher,  
St. Petersburg, Russia*DOI: 10.31618/NAS.2413-5291.2024.2.99.876**АННОТАЦИЯ**

В этой статье автор рассматривает оригинальную модель электрона, опираясь на гипотезу, выдвинутую в ранее опубликованных работах по космологической и физической онтологии конденсированной материи, в основе которой лежит волновая симметрия (гиперсимметрия) и соответствующий ей закон сохранения. Классическое представление о том, что вокруг ядра атома «вращаются электроны» вызывает непреходящее сомнение из-за ряда условностей, придуманных в его оправдание. С этой точки зрения, более современные модели, допускающие волновую природу «движения электронов на орбиталях», уже ближе к реальной картине микромира. По мнению автора, электронов в виде оформленных частиц в атомных оболочках просто нет и быть не может. При этом комплексное значение волновой энергии атомных оболочек кратно энергии, замкнутой в оболочке электрона. Сами же электроны, как частицы, существуют только в свободном состоянии. Электроны представляют собой энергетические боты со сфероподобной структурой, переносящие строго дозированную энергию замкнутого в них волнового возмущения, являясь балансирами волновой симметрии атомарного и молекулярного вещества.

**ABSTRACT**

In this article, the author examines the original model of the electron, based on the hypothesis put forward in previously published works on the cosmological and physical ontology of condensed matter, which is based on wave symmetry (hypersymmetry) and the corresponding conservation law. The classical idea that there are “electrons orbiting” around the nucleus in atomic orbitals has been persistently questioned because of a number of conventions invented to justify it. From this point of view, more modern models that assume the wave nature of the “movement of electrons in orbitals” are already closer to the real picture of the microworld. According to the author, electrons in the form of formed particles in atomic shells simply do not exist and cannot exist. In this case, the complex value of the wave energy of atomic shells is a multiple of the energy locked in the electron shell. Electrons themselves, like particles, exist only in a free state. Electrons are energy bots with a sphere-like structure, transferring strictly dosed energy of the wave perturbation closed in them, being a balancer of the wave symmetry of atomic and molecular matter.

**Ключевые слова:** электрон; волновая симметрия; преонное смещение; электронная субстанция; мультипартоновая энергетическая оболочка.

**Keywords:** electron; wave symmetry; preon offset; electronic substance; multiparton energy shell.

**Введение**

Предложенная в рамках действующей парадигмы модель электрона вызывает ряд справедливых сомнений, поэтому требует дополнительного исследования или переосмысления. Противоречивое описание, определяющее его как частицу, не обладающую внутренней структурой и размерами и, вместе с тем, имеющую классический радиус, не добавляют уверенности в правоте подобных заключений. Представление о том, что электроны образуют электронные оболочки атомов, но положение их в оболочке можно определить только с некоторой вероятностью, является наглядным примером феноменологической концепции, для обслуживания которой придумано немало всяких теорий и даже законов. Разумеется, нельзя отрицать все, что открыто или предложено в виде научных версий, но хотелось бы внести больше определенности и смысла в онтологическое представление этой уникальной частицы, что сняло

бы ряд вопросов, по крайней мере, до выдвигания следующей, более разумной гипотезы.

Космологический экскурс, который я привожу ниже, призван показать несостоятельность мгновенных и сингулярных явлений, допускающих версию рождения Вселенной из некоей точки. Авторам подобных идей, опирающимся на выводы математических моделей, следует помнить, что математика – это очень тонкий инструмент, применение которого требует умения и мастерства, особенно в таких непростых вещах, как физика. Поэтому главным и определяющим в связке физики с математикой является онтологический подход к выдвигаемой гипотезе, а не абсурдность экстравагантных умозаключений, рожденных из математических формул. В этой связи, я бы больше доверял образному мышлению, создаваемому интуитивным аппаратом нашего подсознания, которым обдали и пользовались многие великие ученые, развивая и укрепляя затем свои построения

с помощью строгого математического инструментария.

### 1. Космологическая основа.

Известно, что определение «элементарная частица», принятое в физике, - весьма условно. Любая такая частица является организованным волновым возмущением квантового пространства. Иными словами, квантованность пространства определяет квантовую структуру элементарных частиц и их фрактальных конструкций, формирующихся в соответствии с волновой симметрией (ROSY) [1] в виде гармонизированного возмущения пространства. В соответствии с космологической концепцией автора [2], драйвером формирования всех видов материи в эволюции нашей Вселенной была принесенная извне энергия Первичного возмущения (*Primary Perturbation - E<sub>PP</sub>*) и далее - энергия «отраженного» возмущения или т.н. Темная энергия (*Dark Energy - E<sub>DE</sub>*), воплощенная в распространяющейся к периферии Вселенной волне корпускулярного возмущения, включающего в себя наряду с другими близкую нам фазу барионной материи. Качественная трансформация расширяющихся слоев материи на стадии первичного нуклеосинтеза сопровождалась пошаговым увеличением длины волны и реактивным уплотнением их локальных компонент, обусловленным действием механизмов волновой симметрии. Попробуем определить место электрона в этом процессе.

При всем уважении, я не могу принять, например, точку зрения Стивена Вайнберга об образовании электронов и других элементарных частиц через доли секунды после т.н. Большого взрыва [3]. Мое несогласие с этим выдающимся ученым и его последователями продиктовано, прежде всего, расхождением в объяснении базовых принципов, лежащих в основе миротворения и

мироздания. Сомнительные гипотезы по поводу происхождения и эволюции Вселенной, лишенные прочного онтологического фундамента, никак не привлекают в сторонники официальной парадигмы.

Следуя концепции космологической модели, изложенной в моих более ранних работах [4, 5, 6], путь к электрону не был настолько скоротечен, как полагал профессор Вайнберг, и уж совсем не прост, чтобы допустить его точечную структуру. По официально принятой версии возраст нашей Вселенной составляет около 14 миллиардов лет - цифра весьма спорная, т.к. в основу ее расчета была положена скорость передачи дошедшего до нас электромагнитного излучения в разных частотных диапазонах. Но этот расчет не учитывал период образования первичного конденсата, именуемого Темной материей (*Dark Matter - DM*), заполнившей центр Вселенной до половины ее радиуса в результате компрессии Первичного возмущения, и далее, темные фазы образования материи, следующие за моментом возникновения отраженного возмущения, вплоть до формирования водорода, после чего электромагнитное излучение появилось только на стадии образования более тяжелых элементов [6].

Таким образом, появлению электрона в процессе экспансии корпускулярного возмущения в пространстве Вселенной предшествовало образование следующих одна за другой фаз конденсированной материи, вплоть до рождения базовых частиц барионного вещества [2]. Реактивное уплотнение материальных фракций формируемого вещества было обусловлено снижением плотности энергии распространяющегося возмущения. В Таблице 1.1 представлены этапы формирования материальных слоев при изменении энергии возмущения.

Таблица 1.1

<b>Последовательность креации первичной конденсированной материи</b>				
Этапы креации	Этапы формирования материи в период первичного нуклеосинтеза	Доля энергии первичного возмущения (%)	Доля объёма Вселенной (%)	Плотность энергии (у.е.)
0	<b>Первичное возмущение (Primary Perturbation - PP)</b> $\lambda_0 = 2\pi R_0$	100	100	1,0
	<b>Первичный конденсат (Dark Matter - DM)</b>	22,(2)	12,5	1,(7)
<b>Отражённое волновое корпускулярное возмущение (Тёмная энергия)</b>				
1	Возмущение с длиной волны $\lambda_1 = 2\lambda_0$	77,(7)	87,5	0,(8)
	Преонный реликтовый слой	17,2839506172	10,9375	1,58024691358
2	Возмущение с длиной волны $\lambda_2 = 4\lambda_0$	60,4938271604	76,5625	0,79012345679
	Кварковый реликтовый слой	13,4430727023	9,5703125	1,40466392318
3	Возмущение с длиной волны $\lambda_3 = 6\lambda_0$	47,0507544581	66,9921875	0,70233196159
	Нейтронный реликтовый слой	10,4557232129	8,3740234375	1,24859015393
4	Возмущение с длиной волны $\lambda_4 = 8\lambda_0$	36,5950312452	58,6181640625	0,62429507696
	Реликтовый слой твёрдого протия	8,13222916560	7,32727050781	1,10985791461
5	Возмущение с длиной волны $\lambda_5 = 10\lambda_0$	28,4628020796	51,2908935546	0,55492895730
	Реликтовый слой мягкого протия	6,32506712880	6,41136169433	0,98654036854
6	Возмущение с длиной волны $\lambda_6 = 12\lambda_0$	22,1377349508	44,8795318603	0,49327018427
	Реликтовый слой жидкого протия	4,91949665573	5,60994148254	0,87692477204
7	Возмущение с длиной волны $\lambda_7 = 14\lambda_0$	17,2182382950	39,2695903778	0,43846238602
	Газообразный протий	3,82627517668	4,90869879722	0,77948868625
...	...	...	...	...

Работа природного триггера поэтапного качественного перехода одних видов материи в другие определялась волновой симметрией, что проявилось в последовательном образовании реликтовых слоев протовещества с дискретно увеличивающейся длиной волны фрактальных

компонент. Конденсированное протовещество реликтовых слоёв, при утрате кинетической энергии, приобретало структуру «тяжёлого» поля, т.е. поля, обладающего массой. Энергию образования материального конденсата можно описать выражением:

$$E = \binom{2}{9}mc^2[1 + \frac{7}{9} + \binom{7}{9}^2 + \binom{7}{9}^3 + \dots + \binom{7}{9}^{n-1} + \binom{7}{9}^n] (1.1)$$

Космологическая фаза, при которой могла появиться *электронная субстанция*, следовала за реликтовыми слоями преонного, кваркового и нейтронного полей и это была фаза образования плотного (металлического) протия, часть которого при последующем расширении в пространстве превратилась в газ – основу всей наблюдаемой нами части Вселенной.

Здесь необходимо отметить один из важнейших этапов в эволюционном процессе Вселенной, проявление которого вытекает из

волновой симметрии. Дело в том, что переход в фазу образования твёрдого протия не мог произойти вслед за кварковым слоем, как полагалось в моих более ранних работах. Реликтовому слою твёрдого протия, при формировании фрактальных образований из трёх кварков, должен был предшествовать переход в фазу конденсации изоморфного реликтового слоя, состоящего из нейтронов, в котором действие преонного смещения ядер (кernов) нейтронов было компенсировано реактивным действием их

поверхностных оболочек [7], завершивших формирование нейтральной структуры этих частиц. Т.е., на этом рубеже первичного нуклеосинтеза **комплексные значения квантовых состояний субатомных частиц преобразовались в вещественные наблюдаемые свойства барионной материи.** Такое преобразование можно представить в виде **физической аналогии Эрмитова оператора.** В этой связи, именно нейтрон должен находиться во главе таблицы Менделеева.

Иными словами, нейтроны, и следующие за ними в эволюционной цепи атомы твёрдого протия, являясь элементарными кирпичиками в строении барионной материи, стоят на границе, разделяющей микромир, действующий по законам квантовой механики, и макромир, в котором в действие вступают гравитация и классическая электродинамика Максвелла. Граница эта, впрочем, также весьма условна. Механизм взаимодействий и в том и в другом случае определен волновой симметрией.

Далее, при расширении 7/9 части плотной фракции протия произошло последовательное образование реликтовых слоёв более лёгких его агрегатных состояний, завершившееся формированием газообразного водорода (см. Таблицу 1.1), снижение плотности которого при расширении, в соответствии с законом (1.1), привело к уплотнению последовательного ряда производных фрактальных макрообразований, что сопровождалось гамма-излучением и потоками нейтрино. Первый, появившийся при этом квант гамма-излучения, был индикатором начала «светлой» фазы Вселенной [6], с которой было положено начало рождения электронов.

## 2. Физическая основа.

В предыдущей главе я упомянул некую **электронную субстанцию.** Этот термин - своего рода условность, необходимая для объяснения происхождения электрона. Под электронной субстанцией будем понимать реактивную материально-энергетическую аномалию, образовавшуюся в виде сфероподобных оболочек вокруг протонов в первичной суперплотной фракции протия. Я намеренно не называю эти оболочки электронными, т.к. продолжаю настаивать на том, что **в атомных оболочках электронов, как частиц, просто нет и быть не может,** и, разумеется, нет никаких «вращений».

Формированию энергетических оболочек вокруг протонов в процессе первичного нуклеосинтеза предшествовало несколько потенциальных зарядообразующих фаз, в первой из которых, под действием преонного смещения первой ступени возникло реактивное возбуждение соединительных квантов, окружающих узловые кванты преонов [1]. В последующей фазе конденсации, при волновой гармонизации 13 преонов в связанной структуре кварков, преонное смещение второй ступени вызвало усиление реактивной напряженности пространственной среды, окружающей кварки. Далее, расширение

фронта кваркового слоя способствовало дискретному увеличению длины волны и, при достижении необходимого потенциального порога, в фазе фрактального объединения трёх кварков в единую структуру, вокруг ядер новообразованных частиц, если довериться Роберту Хофштадтеру [7], образовались т.н. «мезонные шубы», **нейтрализовавшие преонное смещение ядер нейтронов.** **«Шубы» это были или нечто другое,** оставим пока за скобками, неоспоримо, однако то, что в момент слияния кварков, совокупный реактивный потенциал напряженности преонного субстрата, окружающего ядер частицы, преобразовал её волновую функцию (комплексный энергетический статус), добавив в структуру шесть преонов. И наконец, в следующей фазе креации, при снижении плотности нейтронного слоя, очередная ступень преонного смещения кварковой структуры нейтронов вызвала образование положительного единичного заряда, превратив нейтроны в протоны, реакцией на которое было формирование энергетических оболочек атомов твёрдого протия в виде электронной субстанции с отрицательным единичным зарядом.

Относительно кварков следует заметить, что в процессе естественного снижения плотности преонного поля во второй фазе расширения фронта корпускулярного возмущения, реактивные механизмы волновой симметрии обусловили образование однородного материального конденсата [2, 6] с равнозначным комплексным значением энергии фрактальных компонент. То есть, вопреки выводам стандартной модели, не существует онтологической основы для формирования разнополярных кварков. Механизм образования ядер нейтронов и протонов (ядер протия) совершенно одинаков и обусловлен преонным смещением – реактивным инструментом волновой симметрии. Разница состоит лишь в том, что объединение трех равнозначных однополярных кварков в единую структуру в виде положительно заряженного преонного субстрата, у нейтрона вызывает реактивное формирование преонного облака с отрицательным зарядом, замкнутого внутри частицы, а у протия, гармонически организованное преонное облако формируется в виде энергетической оболочки вокруг протона. Подобная разница в структурировании объясняется тем, что периоды осцилляции волновой функции нейтрона и протия отличаются в два раза.

Очевидно, что электронная субстанция образовалась одномоментно с формированием протонов, единичный положительный заряд которых был скомпенсирован отрицательным зарядом оболочек. То есть реактивное комплексное возмущение сферического слоя пространственных квантов вокруг протона в виде энергетической оболочки нейтрализовало совокупный заряд атома. При этом вещественная часть энергии оболочки соответствовала ее массе, а мнимая - единичному заряду, противоположному заряду протона. Количественно массу оболочки определяет доля

реактивной энергии, распределенная в сферической структуре орбитали, образующейся из гармонически связанных элементов. **Величина энергии, заключённой в любом фрактальном образовании, пропорциональна скорости изменения его волновой функции за цикл осцилляции.** Математическая модель этого процесса будет представлена в отдельной работе.

Из выше сказанного следует также, что энергия плоского тела оболочки атома должна квантоваться, т.е. справедливо допустить, что существует некий элементарный топологический фрагмент, несущий квант замкнутого гармонического возмущения, на базе которого формируется структурно оформленная оболочка с мультипартонной топологией - **Мультипартонная энергетическая оболочка** (Multi Parton Energy Shell – MPES). Анализ возмущения пространственной среды [1] позволяет также допустить, что элементарными фрагментами MPES являются преоны, связанные в фуллереноподобной структуре оболочки против, с двенадцатью «слепыми» зонами по осям додеканормированного базиса, центр которого совпадает с центром ядра атома.

Возникает резонный вопрос, - а где же здесь электроны? Ответ на него попробуем найти в следующей главе.

### 3. Формирование энергетических оболочек атомов.

Классическое представление [9, 10] о том, что на определенных энергетических уровнях в атоме

$$S_N = 4\pi(xR_{cs})^2 = kS_{cs} \tag{3.1}$$

где:  $xR_{cs} = R_N$  - радиус сферы энергетического уровня  $N$ ;

$R_{cs}, S_{cs}$  - радиус и площадь условной сферы, развертка которой кратно формирует площадь сферы энергетического уровня  $N$ ;

находится некая заряженная субстанция, обладающая массой, доказано и неоспоримо. Но модель атома, предложенная Бором (с некоторыми вариациями от Томпсона и Резерфорда) с вращающимися вокруг ядра электронами, давно вызывает сомнение у многих учёных. С этой точки зрения, выдвинутая Эрвином Шредингером модель с «размазанным» в виде чернильного пятна электроном, достойна большего уважения. Более современные модели [11], допускающие волновую природу «движения электронов» на орбиталях, уже ближе к реальной картине микромира.

В предлагаемой модели атома энергетические орбитали представляют собой электронную субстанцию с мультипартонной структурой, где нет электронов, как таковых. Электроны рождаются из этой субстанции и поглощаются ею, как носители строго дозированной энергии. Рассмотрим детально это утверждение.

Формирование энергетических орбиталей атома, как и любого другого вида материи, основано на волновой симметрии, определяющей постоянство плотности энергии оболочек за счет изменения длины волны замкнутого в них возмущения, что связано с изменением радиуса и, следовательно, площади энергетических уровней. В этой связи, площадь орбиталей можно рассматривать в качестве эквивалента энергии распределенной в них электронной субстанции. Площадь сферы энергетического уровня с главным квантовым числом  $n$  можно определить как:

$x$  – кратность изменения радиуса энергетических уровней в долях радиуса условной сферы;

$k=2n^2$  – число разверток условной сферы на энергетическом уровне  $N$ ;

Из (3.1) следует:

$$x = \sqrt{k} = n\sqrt{2} \tag{3.2}$$

Из соотношения главного квантового числа и числа разверток условной сферы, с учетом (3.2), можно определить изменение относительного приращения радиусов  $\frac{R_N}{R_{N-1}}$  энергетических уровней при их монотонном возрастании.

Результаты, сведенные в Таблицу 3.1, на примере формирования атомарного вещества, подтверждают ранее выдвинутую автором идею структурирования квантового пространства в соответствии с  **$R_0$ -распределением** [4].

Таблица 3.1

**Изменение относительного приращения радиусов сферы энергетических уровней**

$n$	1	2	3	4	5	6	7	...∞
$k=2n^2$	2	8	18	32	50	72	98	...∞
$R_N = n\sqrt{2}R_{cs}$	$\sqrt{2}R_{cs}$	$2\sqrt{2}R_{cs}$	$3\sqrt{2}R_{cs}$	$4\sqrt{2}R_{cs}$	$5\sqrt{2}R_{cs}$	$6\sqrt{2}R_{cs}$	$7\sqrt{2}R_{cs}$	...∞
$\frac{R_N}{R_{N-1}}$	2	1,5	1,33...	1,25	1,2	1,16...	...1	

Кроме того, анализ числового ряда  $\frac{R_N}{R_{N-1}}$  из Таблицы 3.1 указывает на отсутствие начального

элемента этого ряда, из чего справедливо будет предположить следующую зависимость:

$$k = 2n^2 = n = \frac{1}{2} \quad (3.3)$$

Исходя из (3.3), можно допустить, что *главное квантовое число  $n = 1/2$  соответствует свободному электрону*, который в ряду мультипартонных энергетических оболочек в этом смысле является начальным элементом, квазисферическая структура которого, подобно структуре усеченного икосаэдра, сформирована из 32 гармонически связанных преонов. Определение «свободный» можно смело упустить, т.к. *электрон, как частица, существует только в свободном виде*. Плоская преонная структура электрона относит его к группе лептонов, в отличие от кварков, которые имеют объемную, более плотную преонную структуру.

Из анализа данных, сведенных в Таблицу 3.1, следует также, что орбитали атома формируются из энергетических кластеров, площадь которых в два

раза превышает площадь сферической оболочки электрона. То есть в качестве единицы энергии орбиталей атома служит орбитальная развертка оболочки электрона (Orbital Scan of the Electron Shell - OSES) с удвоенным числом орбитальных квантов по отношению к MPES свободного электрона. Иными словами, энергия атомных орбиталей складывается из кратного количества возбужденных кластеров OSES и при достижении определенного порога происходит дискретный переход на энергетический уровень с более низким потенциалом. Отсюда радиус сферы энергетического уровня, в пересчете радиуса условной сферы в радиус электрона  $R_{cs} = \sqrt{2}R_e$ , будет:  $R_N = 2nR_e = nD_e$  (3.4)

Сведем эти рассуждения в очередную таблицу.

Таблица 3.2

#### Изменение площади сферы энергетических уровней

n	$\frac{1}{2}$	1	2	3	4	5	6	7	...∞
$k=2n^2$	$\frac{1}{2}$	2	8	18	32	50	72	98	...∞
$R_N = 2nR_e$	$R_e$	$2R_e$	$4R_e$	$6R_e$	$8R_e$	$10R_e$	$12R_e$	$14R_e$	...∞
$S_N = 4\pi(2nR_e)^2$	$S_e$	$4S_e$	$16S_e$	$36S_e$	$64S_e$	$100S_e$	$144S_e$	$196S_e$	...∞

Из данных Таблицы 3.2 следует, что энергетическое (потенциальное) квантование пространства вокруг атомного ядра происходит кратно диаметру электрона. Это объясняет увеличение количества OSES на смежных

восходящих подуровнях всегда на 4. То обстоятельство, что отношение площади энергетического уровня к числу OSES является величиной постоянной (эквидиссипная поверхность):

$$\frac{S_N}{k} = 2S_e = const, \quad (3.5)$$

означает, что плотность энергии орбиталей сохраняется и, следовательно, совокупная масса электронной субстанции любой орбитали также сохраняется при поглощении фотонов ( $m = \frac{\hbar n}{cR_N} = \frac{\hbar}{cD_e} = const$ ). Потенциальная энергия

энергетических уровней, изменяемая дискретно от максимального значения  $E_1$  на основном уровне до близкого нулю при ионизации, в стационарных состояниях зависит только от главного квантового числа или радиуса энергетического уровня:

$$E_N = \frac{mv^2}{2(R_N)^2} = \frac{2mc^2}{9(R_N)^2} \quad (3.6)$$

Преобразуя выражение (3.6) к форме  $E_N = \frac{2\hbar c}{9R_e}(S_N)^{-1}$ , приходим к выводу, что

$E_1S_1 = E_2S_2 = \dots = E_NS_N$ , или, с учетом данных Таблицы 3.2.:

$$\frac{E_1}{E_N} = \frac{S_N}{S_1} = n^2, \quad (3.7)$$

что согласуется с известным решением уравнения Шредингера для атома водорода. Остается добавить только, что условия (3.5) и (3.7) справедливы также для электрона, т.е. плотность энергии оболочки электрона сохраняется, подобно орбиталам атома. Это свойство позволяет электрону быть суперстабильным. При изменении энергии, обратно пропорционально изменяется

период его волновой фрагментации в пространстве, иными словами, изменяется длина волны переноса суперпозиции состояний преонов, гармонически связанных в сфероподобном теле электрона. То есть в общем случае, реакцией на изменение кинетической энергии вещества является изменение периода осцилляции его волновой функции. Это следует также из известного



нерелятивистского уравнения Шрёдингера  $i\hbar\psi(\vec{r}, t) = H\psi(\vec{r}, t)$ , в котором действие оператора энергии  $H$  на волновую функцию  $\psi(\vec{r}, t)$  пропорционально реактивному значению скорости ее изменения за цикл  $i\hbar \frac{\psi(\vec{r}, t)}{2\pi}$ . При этом абсолютная скорость движения любого вещества в пространстве, включая электрон, остается постоянной, равной двум третям скорости света.

#### Заключительные выводы

1. Онтологические корни электрона лежат в космологической почве эволюции Вселенной. Появление электронов в период первичного нуклеосинтеза было производным, следующим за фазой образования водорода в результате бета-минус-распада и ионизации атомов.

2. Электроны, как минимальные сферические возмущения со структурой, подобной структуре атомной оболочки, являются энергетическими ботами, переносящими строго дозированную энергию замкнутого в них волнового возмущения, являясь балансиром волновой симметрии атомарного и молекулярного вещества.

3. Стабильность электронов обусловлена сохранением плотности энергии в сферическом теле этих частиц при взаимодействиях за счет изменения энергии движения, проявляющегося в изменении периода их фрагментации в пространстве.

4. Период фрагментации вещества при движении в пространстве пропорционален скорости изменения его волновой функции за цикл осцилляции.

5. Мультипартонное структурирование атомных энергетических оболочек, предложенное в модели автора, было подтверждено американскими учеными из Калифорнийского университета, рассмотревшими атом платины при разрешении  $0.39\text{Å}$ .

#### Список литературы

1. Родин В.А. От SUSY к ROSY. / Научный электронный журнал «Инновации. Наука. Образование» №48, декабрь 2021 года. УДК 004.02:004.5:004.9 ББК 73+65.9+60.5 Э40; Раздел «Физика» УДК 53 (стр. 1394-1412).

2. Родин В.А. Иерархическая модель Мультивселенной. / Hierarchical Model of the Multiverse. – статья в Сборнике статей по материалам XXV международной научно-практической конференции №7 (17) 2019. Москва: Издательство «Интернаука».

3. Вайнберг Стивен. Первые три минуты. — М.: Эксмо, 2011. ISBN 978-5-699-46169-1.

4. Родин В.А. Загадки и законы Мироздания. / Mysteries and Laws of the Creation. – СПб.: Издательство «Ренеме», 2012.

5. Родин В.А. От Черных дыр к Темной материи. / From Black Holes to the Dark Matter. – СПб.: Издательство «Ренеме», 2014.

6. Родин В.А. К вопросу эволюции Вселенной или новая космологическая модель. / About the universe evolution or the new cosmological model. – статья в Сборнике материалов I Международной научно-практической конференции: Фундаментальные и прикладные исследования: гипотезы, проблемы, результаты. Новосибирск, издательство ЦРНС, 2017.

7. Хофштадтер Р. Структура ядер и нуклонов // УФН, 1963 Т. 81, вып. 1. стр. 185—200.

8. Родин В.А. Закон, который управляет миром. / The Law Which Operates the World – статья в журнале «Проблемы современной науки и образования / Problems of Modern Science and Education» № 13 (55) 2016.

9. Китайгородский А. И. Электроны. М.: Издательство «Наука», 1979.

10. Комар А.А. Электрон // Физическая энциклопедия: (в 5 томах) - М.: Большая российская энциклопедия, 1999.

11. Блохинцев, Д. И. Новые представления об электроны // Избранные труды. Том 2. — М.: Физматлит, 2009.

УДК 539.17.02 : 621.384.6 : 621.039.51

**POSSIBILITY OF CARRYING OUT NUCLEAR REACTIONS REVERSED TO BETA DECAY  
UNDER THE INFLUENCE OF ELECTRONS ACCELERATED TO HUNDREDS OF KEV**

*Tertyshnik E.G.*

*Independent researcher,  
Russia, Obninsk, Kaluga region.*

*Epifanov A.O.*

*Research and Production Association "Typhoon",  
Russia, Obninsk, Kaluga Region*

*Epifanova I.E.*

*Russian Institute of Radiology and Agroecology,  
Russia, Obninsk, Kaluga Region.*

DOI: 10.31618/NAS.2413-5291.2024.2.99.877

**ABSTRACT**

Based on a virtual experiment, an assessment is made of the cross section for a possible nuclear reaction of reverse beta decay under the influence of electrons accelerated to an energy of 350 keV on the <sup>47</sup>Ti nuclide (content in the natural mixture is 7.44%). It is noted that the probability of such nuclear reactions should be higher when they are accompanied by the release of nuclear energy (exothermic). A number (list) of chemical elements for which such reactions are accompanied by the release of energy has been established and presented.

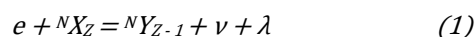
As a result of irradiation of a titanium target with an electron beam, which is formed by an accelerator described in the literature, <sup>47</sup>Sc can be formed in the target. It has been shown that using the existing gamma spectrometer it is possible to reliably register the activity of the formed <sup>47</sup>Sc 0.2 Bq (with an exposure of 1 hour). Taking into account this value and the parameters of the accelerated electron beam, the cross section for a possible nuclear reaction of reverse beta decay was calculated, which was about 10<sup>-27</sup> cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** nuclear reaction, reaction cross section, electron accelerator, titanium-47, scandium, gamma spectrometer, virtual experiment

**Introduction**

Electrons do not carry a strong interaction, so that in general their interaction with nuclei is not significant. At lower energies of the incident electrons, the nucleus is relatively effectively shielded from them by the repulsive electrical forces of the electrons of the atomic shell, so that the bombarding electrons are usually scattered and do not penetrate the nucleus. When bombarding atomic nuclei with accelerated electrons, their elastic and inelastic scattering (with the formation of bremsstrahlung radiation) and Coulomb excitation of atomic nuclei occur. At high energies in the order of hundreds of MeV to GeV, the Broglie wavelength of electrons is less than the effective dimensions of the nucleons, and such fast electrons penetrate the nuclei, where they can induce nuclear reactions.

Interesting reaction that may occur during bombardment of nuclei with accelerated electrons is called inverse β-decay – electron penetrates into the core and then is combined with a proton to form a neutron and emit a neutrino. From the point of view of the bombarded core this manifests itself as a reaction:



This process takes place through a weak interaction and its effective cross section is very small [1].

The result of reaction (1) is the transformation of a proton in the Xz core into a neutron. The rest energy of a neutron exceeds the rest energy of a proton by 1270 keV; taking into account the rest energy of an electron (511 keV), the kinetic energy of an incident electron should be more than 800 keV.

We believe that reaction (1) can also take place at lower energies of incident electrons, since in the target core there is an exchange of energies between the nucleons that make up the core.

**Used equipment and calculation methods**

The procedure for assessing the cross section of a nuclear reaction (1) includes: a) virtual irradiation of a target with a flow of accelerated electrons, and the flow parameters were taken from the description of a real accelerator described in the literature, b) determination of the minimum statistically significant activity of radionuclides - reaction products using a gamma spectrometer, which the laboratory has got, c) calculation of the reaction cross section (1) based on the parameters of the electron beam and the limiting value of the activity of the reaction product.

When choosing chemical elements as targets for assessing reaction cross sections (1), preference should be given to those elements whose isotopes provide the release of nuclear energy as a result of the action of accelerated electrons. By using reference data [2], we have found a number of nuclides (listed in the first column of table 1), for which reaction (1) is accompanied by the release of energy.

Table 1.

Nuclides for which interaction with electrons occurs with the release of energy							
Nuclide (target)	Contained in nature, %	Binding energy per 1 nucleon, keV	Nuclide, product of the reactions	Binding Energy per 1 nucleon, keV	Period half-decay	Gamma line energy, keV	Quantum yield
B-10	19.9	6475	Be-10	6498	1.5E6 y	β	-
Sc-45	100	8622	Ca-45	8639	162.6 d	β	-
Ti-47	7.44	8661	Sc-47	8665	3.35 d	159.4	0.68
Fe-54	5.84	8736	Mn-54	8738	312.2 d	834.9	~1
Ni-58	68.08	8732	Co-58	8739	70.86 d	810.8	0.995
Zn-67	4.04	8734	Cu-67	8737	61.83 h	184.6	0.487

From Table 1 it is clear that scandium is a promising element for studying the possibility of a nuclear reaction (1), and this element is also very promising as a source of nuclear energy during the transmutation of <sup>45</sup>Sc to <sup>45</sup>Ca. However, when <sup>45</sup>Sc is irradiated with electrons, <sup>45</sup>Ca is formed, the decay of which does not emit gamma rays. Therefore, for a virtual experiment to determine the cross section of reaction (1), we choose metallic titanium, since the product of irradiation with accelerated electrons of the

titanium isotope <sup>47</sup>Ti is <sup>47</sup>Sc, the gamma radiation of which is most suitable for recording by a detector.

Figure 1 shows a fragment of the instrumental background spectrum recorded for 78700 s and normalized to a practically acceptable exposure of 3600 s. The real background presented is measured using a gamma spectrometer equipped with a GEM 30185 EG&G Ortec ultra-pure germanium detector; the detector is placed in a protective lead screen with a wall thickness of 10 cm (from the same company).

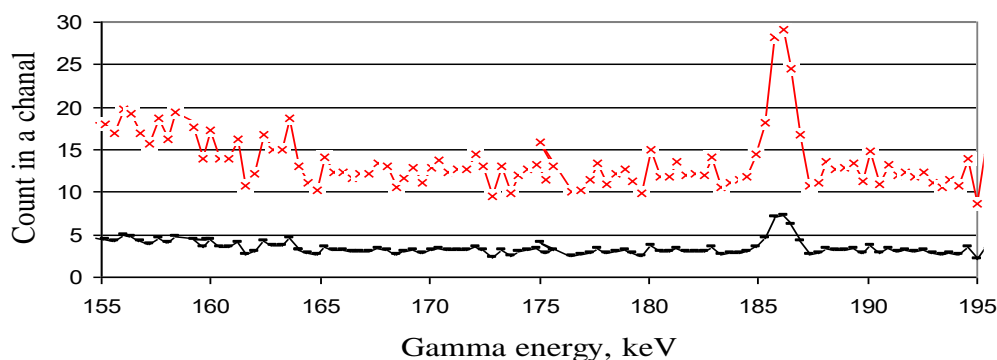


Figure 1. Fragment of a real instrumental background spectrum (the spectrum was measured for 78700 s and the values of the number of pulses in each channel are normalized to an exposure of 3600 s), marker “-”; Hypothetical spectrum obtained by multiplying the number of pulses of the real normalized spectrum by 4, marker “x”.

The peak corresponding to the energy value of 186 keV (due to radiation <sup>226</sup>Ra and <sup>235</sup>U) is clearly visible on the instrumental spectrum. The width of this peak at its base is 8 channels.

To reliably register a peak corresponding to an energy of 159 keV (<sup>47</sup>Sc), it is necessary that its area meet the following condition:

$$S \geq 3\sqrt{B}, \quad (2)$$

where B - is the area under the background in the region of 159 keV (8 channels width), pulses/hour;

S - peak area 159 keV 8 channels wide, isolated above the background, pulses/hour.

By summing the number of pulses in 8 channels of the background spectrum located in the region of 159 keV and using formula (2), it is established that for reliable registration of the peak, which corresponds to the energy of gamma rays of 159 keV, the required excess of the number of pulses in the peak above the

pedestal is 18 pulses (with a measurement time of 3600 s).

Experience in gamma spectrometric measurements shows that the measurement of any sample is accompanied by an increase in the pulse counting rate in all channels compared to the background pulse counting rate due to Compton distribution pulses (from high-energy gamma emitters) and bremsstrahlung pulses from high-energy beta particles. In our case, this will lead to an increase in the stand (pedestal) under the 159 keV peak, therefore, when calculating the value of S, one should use not the real background spectrum, but a hypothetical spectrum (represented in Fig. 1 by “x” markers), which is obtained by multiplying the pulses in each channel by an arbitrarily chosen number 4. In this case, the value of S will be 36 pulses for exposure 3600 s.

The value of <sup>47</sup>Sc activity, which can be reliably recorded by the equipment described above during a

measurement time of 1 hour, is calculated using expression (3):

$$a = S / (T \cdot \eta \cdot \epsilon), \quad (3)$$

where  $a$  - activity is  $^{47}\text{Sc}$  at the time of measurement, Bq;

$T$  - exposition, 3600 s;

$\eta$  - quantum output for gamma line  $^{47}\text{Sc}$  159 keV (0.68), quanta/decay;

$\epsilon$  - registration efficiency of gamma quanta with an energy of 159 keV for the equipment used, pulse/quantum.

With a titanium target area of 1 cm<sup>2</sup> and a its thickness of 2 mm, the value  $\epsilon$  is 0.07 pulses/quantum and from relation (3)  $a = 0.2$  Bq. The number of atoms (nuclei) of  $^{47}\text{Sc}$ , which provides an activity of 0.2 Bq can be calculated using the radioactive decay equation (4):

$$dN(t)/dt = a = -\lambda N(t), \quad (4)$$

where  $N$  - the number of  $^{47}\text{Sc}$  atoms corresponding to activity  $a$ ;

$\lambda$  - the decay constant of  $^{47}\text{Sc}$ , 1/s. The value of  $N$  calculated by (4) is equal to  $0.87 \cdot 10^5$  nuclei.

Electron accelerators with short current pulse duration and electron beam energy of several hundred keV are used in various fields of science and technology [3-6]. We will perform virtual irradiation of a titanium target with a flow of accelerated electrons using an accelerator described in [6]. This setup accelerates electrons to an energy of 350 keV, the current pulse density on the target is 250 A/cm<sup>2</sup> with a pulse duration at half maximum of 1.3 ns. The electron flow provided by the installation per pulse is  $2 \cdot 10^{12}$  electrons.

The effective range of electrons with an energy of 350 keV in titanium is 0.036 sm. We believe that electrons interact with  $^{47}\text{Ti}$  nuclei in a target layer equal to half the effective range (0.018 sm). The mass of a titanium target with an area of 1 cm<sup>2</sup> and a thickness of 0.018 sm is 0.08 g and, taking into account the  $^{47}\text{Ti}$  content of 7.44% (tabl 1), the number of  $^{47}\text{Ti}$  nuclei that interact with electrons is  $0.8 \cdot 10^{20}$ .

Now we can calculate the cross section for reaction (1), obtained as a result of a thought experiment using formula (5):

$$\sigma = N / (FM), \quad (5)$$

where  $\sigma$  - the reaction cross section (1), cm<sup>2</sup>;

$N$  - the number of  $^{47}\text{Sc}$  atoms reliably recorded by a gamma spectrometer within 3600 s of measurement ( $0.87 \cdot 10^5$ );

$F$  - flow of accelerator electrons through a target ( $2 \cdot 10^{12}$ ), sm<sup>-2</sup>;

$M$  - the number of  $^{47}\text{Ti}$  atoms in the target interacting with the electron flow ( $0.8 \cdot 10^{20}$ ).

Calculation using formula (5) gives  $\sigma = 0.5 \cdot 10^{-27}$  cm<sup>2</sup>. Thus, using a virtual experiment, it has been established that the presence of a nuclear reaction (1) on a titanium target can be detected even at  $\sigma$  values less than 1 mb (with a single accelerator pulse).

### Conclusion

It has been shown that if, when irradiated with a beam of electrons accelerated to 350 keV, a nuclear reaction inverse to beta decay occurs, then the product of this reaction,  $^{47}\text{Sc}$  is reliably recorded by a gamma spectrometer. Based on a virtual experiment and calculations performed, it has been established that the existence of such a reaction can be detected even if its cross section is less than  $10^{-27}$  cm<sup>2</sup>.

The authors hope that the results presented will be useful to researchers who are studying the possibility of the existence of nuclear reactions inverse to beta decay by performing real experiments.

The research did not receive any specific grant from funding agencies in the public commercial or not-for-profit sectors.

### References

1. Nuclear reactions and nuclear energy. [Electronic resource] (20.02.2024). <https://astronuclphysics.info/JadRadFyzika3.htm>
2. Nuclear binding energy reference data. The 2012 Atomic Mass Evaluation. [Electronic resource ]. URL: <https://www-s.iaea.org/amdc/ame2016/mass16.txt> (20.02.2024).
3. Zheltov K. A. Picosecond high-current electron accelerators. M.: Energoatomizdat, 1991. 114 p. ISBN 5-283-03978-1
4. Tarasenko V.F., Alekseev S.B., Baksh E.Kh., Burachenko A.G., Lomaev M.L. Electrons accelerator for research Cherenkov radiation in different specimens. *Journal of physics. Conference series*. 2020. Vol.1499 (1), p.12043. DOI: 10.1088/1742-6596/1499/1/012043
5. Miskevich A.I., Podkopaev A.V. Installation for studying luminescence excited by high-energy charged particles in dense xenon-containing gaseous media, with the possibility of regenerating and reusing xenon // *Pribery i tekhnika eksperimenta*, 2017, № 3, c. 154-159. DOI: 10.7868/S0032816217030119
6. Tarasenko V.F., Alekseev S.B., Baksh E.Kh. Subnanosecond electron accelerator consisting of three sections. General experimental technique. 2022. No. 3, p. 70 -76. DOI: 10.31857/50032816222040073

# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 65.011.56

## «ОБЗОР МИРОВЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА И ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ, СНИЖЕНИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СЛУЧАЕВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА С ПОЗИЦИЙ МОНИТОРИНГА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРИГОДНОСТИ»

*Бисенгалиев А.,  
ТОО «RG Gold»,  
Республика Казахстан, Астана*  
*Дауталин К.А.,  
ТОО «RG Gold»,  
Республика Казахстан, Астана*  
*Митрофанская Ю.В.,  
к.ю.н., ТОО «Аман Жол 2050»,  
Республика Казахстан, Алматы*  
*Мариныч О.В.,  
к.б.н., ТОО «Аман Жол 2050»,  
Республика Казахстан, Алматы*  
*Шамсутдинова К.Н.,  
ТОО «Аман Жол 2050»,  
Республика Казахстан, Алматы*

## “OVERVIEW OF GLOBAL TRENDS IN OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH OF EMPLOYEES, REDUCTION AND PREVENTION OF OCCUPATIONAL INJURIES FROM THE STANDPOINT OF MONITORING PROFESSIONAL SUITABILITY”

*Bissengaliyev A.,  
RG Gold LLP,  
Republic of Kazakhstan, Astana*  
*Dautalin D.A.,  
RG Gold LLP,  
Republic of Kazakhstan, Astana*  
*Mitrofanskaya Yu.V.,  
Ph.D., MBA, Aman Zhol 2050 LLP,  
Republic of Kazakhstan, Almaty*  
*Marynich O.V.,  
Ph.D., Aman Zhol 2050 LLP,  
Republic of Kazakhstan, Almaty*  
*Shamsutdinova K.N.,  
Aman Zhol 2050 LLP,  
Republic of Kazakhstan, Almaty*

DOI: 10.31618/NAS.2413-5291.2024.2.99.878

### АННОТАЦИЯ

Статья анализирует глобальные тенденции в области охраны труда и здоровья сотрудников, подчеркивая важность предотвращения производственного травматизма через мониторинг профессиональной пригодности. Освещаются статистические данные о несчастных случаях на работе, влияние технологий, таких как ИИ и цифровизация, на безопасность труда, а также обновления законодательства и международные стандарты в контексте улучшения условий работы и снижения рисков для здоровья работников.

### ANNOTATION

The article examines global trends in occupational safety and health, emphasizing the importance of preventing workplace injuries through the monitoring of professional suitability. It highlights statistical data on occupational accidents, the impact of technologies such as AI and digitalization on work safety, as well as legislative updates and international standards aimed at improving working conditions and reducing health risks for employees.

**Ключевые слова:** охрана труда, производственный травматизм, мониторинг профессиональной пригодности, цифровизация, искусственный интеллект, международные стандарты, обновление законодательства, предотвращение заболеваний.

**Key words:** occupational safety, workplace injuries, professional suitability monitoring, digitalization, artificial intelligence, international standards, legislative updates, disease prevention.

По оценкам Международной организации труда (МОТ) ежегодно около 2,3 млн. мужчин и женщин погибают в результате несчастных случаев на рабочем месте или связанных с работой заболеваний – в среднем 6 000 человек ежедневно. Во всем мире ежегодно регистрируется примерно 340 млн. несчастных случаев на производстве и 160 млн. жертв профессиональных заболеваний [1].

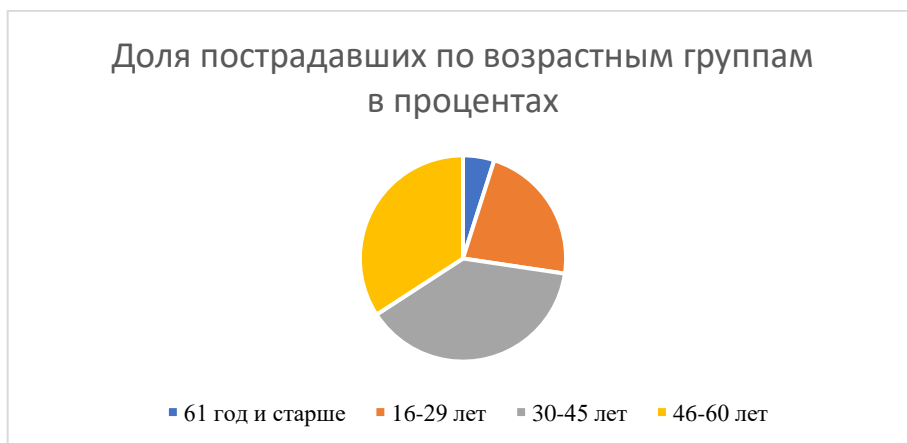
Согласно данным Бюро статистики труда США за 2022 год было зафиксировано 2,8 миллиона несмертельных травм и заболеваний на рабочем месте и 5 190 смертельных случаев за 2021 год. По видам деятельности наибольшее количество несчастных случаев приходится на индустрии транспортировки и складирования; здравоохранения и социальной помощи; развлечения и отдыха [2].

В ноябре 2023 года Управление охране труда Великобритании опубликовал ежегодную статистику о профессиональных травмах и заболеваниях. Цифры показывают, что 135 рабочих погибли в результате несчастных случаев на производстве в 2022-2023 годах, а 561 000 рабочих получили несмертельные травмы на рабочем месте за тот же период. 1,8 миллиона работающих людей

страдают от профессиональных заболеваний, из которых 875 000 работников страдают от связанного с работой стресса, депрессии или тревоги, а 473 000 работников страдают от заболеваний опорно-двигательного аппарата [3].

Согласно данным Бюро национальной статистики Республики Казахстан в 2022 году было зарегистрировано 2449 несчастных случаев, в том числе со смертельным исходом. Из общего числа пострадавших женщины составляли 18,2%. При этом 287 человек пострадало при групповых несчастных случаях, 657 - от профессиональных заболеваний, 34 - при отравлениях [4]. Наиболее высокий показатель отмечается в Карагандинской области, где за 2022 год зафиксировано 460 случаев, что составляет 18,8% от общего количества. Основные отрасли деятельности с наиболее высокой долей пострадавших являются обрабатывающая промышленность (29,8%) и горнодобывающая промышленность и разработка карьеров (23,9%).

Наибольшее число пострадавших при несчастных случаях – квалифицированные рабочие в возрасте от 30 до 45 лет, работавшие в первую смену (см. Рисунок 1).



*Рис 1. Доля пострадавших по возрастным группам в процентах*

В свете представленной статистики очевидно, что проблема травм и заболеваний на рабочем месте остается на высоком уровне в различных странах. В связи с чем в современном мире вопросы охраны труда и здоровья работников на предприятиях приобретают все более высокий приоритет в контексте стремительного развития технологий, изменениях в производственных процессах и постоянно меняющихся условиях труда. Отношение к безопасности на рабочем месте становится ключевым аспектом корпоративной ответственности, влияя на производительность, качество труда и общественное доверие к организациям.

Основополагающим документом в области определения глобальной политики по обеспечению безопасности и охраны труда является «Глобальная стратегия охраны труда» («Стратегия»), принятая МОТ еще в 2003 году, которая представляет собой важный документ, ориентированный на обеспечение безопасности и здоровья работников

по всему миру. Основная цель Стратегии заключается в содействии созданию лучших условий труда для всех, с учетом разнообразия трудовых рынков, экономических структур и социальных систем. Однако, несмотря на то что Глобальная стратегия охраны труда представляет собой важный документ, направленный на формирование культуры безопасности и заботы о здоровье работников на уровне мирового сообщества, современные тенденции и стремительное развитие технологий требуют пересмотра подхода к обеспечению безопасности работников и охраны труда на производствах. Так, МОТ в 2019 году опубликовал доклад «Охрана труда – основа будущего сферы труда. Опираясь на столетний опыт», в котором авторы выделяют четыре основных аспекта, которые могут оказывать наибольшее влияние на сферу труда, но при этом открывают новые возможности для улучшений. В первую очередь это технический прогресс, включающий в себя внедрение цифровых

технологий, робототехники и нанотехнологий [5]. Технический прогресс может влиять на психосоциальное здоровье и связан с использованием материалов, которые могут представлять неизвестные угрозы для здоровья. В то же время правильное использование технологических инноваций может способствовать снижению воздействия опасных веществ, повышению эффективности профессиональной подготовки и инспекции труда.

Второй важный фактор – демографические изменения. Высокий уровень производственных травм у молодых работников и потребность в соответствующей практике и снаряжении для старших работников подчеркивают важность приспособления к изменениям в структуре рабочей силы. Увеличившаяся доля женщин в трудовой сфере, осуществляющих нестандартные виды деятельности, также увеличивает риск заболеваний опорно-двигательного аппарата [5].

В-третьих, воздействие климатических изменений сочетается с развитием и приводит к различным рискам, включая загрязнение воздуха, повышенную тепловую нагрузку, распространение заболеваний и изменение климатических условий, воздействующих на занятость. Вместе с тем, устойчивое развитие и экологизация экономики рассматриваются как способы создания новых рабочих мест.

Наконец, изменения в организации труда могут содействовать более гибким условиям труда, привлекая новых работников, но при этом могут возникнуть проблемы, такие как психосоциальные трудности, нарушение частной жизни, уменьшение времени на отдых, недостаточный уровень охраны труда и социальной защиты, а также излишнее увеличение рабочего времени.

В свете указанных проблем авторы выделяют шесть направлений, на которых следует сосредоточить внимание тем, кто принимает политические решения, и другим заинтересованным сторонам:

предвидение новых рисков в области охраны труда, т.е. прогнозирование, оценка технологий и перспективные исследования способны выявлять потенциальные риски в сфере охраны труда и разрабатывать эффективные меры предупреждения;

многопрофильный подход к управлению охраной труда, который призван объединить специалистов в таких областях, как право, планирование рабочего процесса, инструменты, окружающая среда, физические и социальные последствия, природа человека, медицина и нейробиология, а также организация труда в дополнение к планированию рабочего процесса и работе с кадрами;

повышение уровня компетентности в вопросах охраны труда - в настоящее время становится все более актуальной необходимостью в интеграции охраны труда в основные курсы общего образования, чтобы каждый человек начинал учиться в этой области еще до начала своей

трудовой карьеры и продолжал обучение на протяжении всей своей профессиональной жизни; расширение горизонтов: связь с общественным здравоохранением - необходимо уделять больше внимания связи охраны труда с общественным здравоохранением и ее возможным новым функциям, например таким как пропаганда здорового образа жизни, предупреждение и устранение формирующихся психосоциальных рисков, профилактика и лечение расстройств психического здоровья и неинфекционных заболеваний;

международные трудовые нормы и другие документы, касающиеся охраны труда - в постоянно меняющейся сфере международные конвенции и рекомендации не только пересматриваются, чтобы оставаться действенными и отвечать изменяющимся потребностям, но и разрабатываются таким образом, чтобы быть устойчивыми перед лицом меняющихся вызовов;

повышение роли правительств и социальных партнеров и расширение партнерств - в реализации задачи по созданию безопасной и здоровой производственной среды главными партнерами по-прежнему являются правительства, организации работников и работодателей, но также необходимо расширять сотрудничество в данной области с организациями гражданского общества, институтами по проблемам охраны труда, неправительственными организациями, государственными и частными институтами и университетами.

На мировом уровне существует постоянная динамика в области охраны труда и здоровья работников, направленная на снижение производственного травматизма и обеспечение безопасных условий труда. Рассмотрим несколько ключевых тенденций в этой области, а также подходы к мониторингу профессиональной пригодности персонала.

#### **Цифровизация и технологии.**

С развитием цифровых технологий и внедрением интернет вещей (IoT) в производственные процессы становится возможным создание интеллектуальных систем мониторинга. Большую роль в переходе на новые цифровые технологии и онлайн-сервисы также сыграла пандемия COVID-19, когда необходимо было обеспечивать безопасность работников и соблюдать социальное дистанцирование, цифровые инновации стали ключевым инструментом для поддержания эффективности и безопасности труда.

Примеры внедрения цифровых технологий совершенно различные: использование сенсоров и датчиков для непрерывного мониторинга параметров рабочей среды, таких как уровень шума, температура, влажность и химические вещества; автоматизированные системы предупреждения и уведомления о превышении допустимых нормативов; разработка мобильных приложений для сотрудников с функционалом по быстрому сообщению о происшествиях, запросам

на оказание помощи, а также предоставлению рекомендаций по безопасным методам работы; использование систем предсказания рисков на основе анализа статистики происшествий и инцидентов; внедрение цифровых платформ для управления всеми аспектами охраны труда, включая учет инцидентов, тренировки персонала, анализ рисков и разработку планов по улучшению безопасности. Цифровые технологии применяются не только на самих производствах, но и для обучения работников. Так, например, используются технологии виртуальной и дополненной реальности (VR и AR) для обучения сотрудников для симуляции опасных сценариев и тренировок по безопасности, а также для предоставления сотрудникам информации о рисках и безопасных методах работы в реальном времени, что представляется гораздо больше эффективным, чем предоставление инструкций по безопасности в бумажном виде или проведение устных тренингов.

Следует отметить, что вопрос цифровизации встает не только на уровнях компаний, но и на государственном уровне. Так, например, в Республике Казахстан разработана «Концепция безопасного труда в Республике Казахстан до 2030 года» [6], в соответствии с которой обозначено, что информационное обеспечение безопасного труда имеет важное значение в современных условиях. Информационное обеспечение предполагает проведение широкомасштабной работы по информированию, консультированию и оказанию правовой помощи, в том числе по вопросам соблюдения законодательства о наиболее распространенных профессиональных рисках и способах управления ими. В этой связи, будет обеспечена цифровизация разъяснительной и консультативной работы по охране труда, а также будут расширены возможности государственных программ обучения через уполномоченный орган по труду по разъяснению норм трудового законодательства, его реформирования и правоприменительной практике, в частности повышения квалификации государственных инспекторов по труду. В рамках данной задачи планируется разработка и создание специальной онлайн-платформы.

#### **Анализ данных и искусственный интеллект.**

Большое развитие в последние годы получил искусственный интеллект, в том числе и в области охраны труда, предоставляя возможности для более точного мониторинга, предсказания рисков и эффективного управления безопасностью на рабочих местах на основе анализа данных. Применение анализа данных и искусственного интеллекта позволяет более точно выявлять закономерности и факторы, влияющие на безопасность труда. Алгоритмы могут помочь предсказать риски и определять оптимальные меры предосторожности.

Американская корпорация Honeywell производит электронные системы управления и автоматизации, а также предоставляет

интегрированные решения для безопасности и охраны труда, включая системы мониторинга условий труда, использующие сенсоры и технологии искусственного интеллекта. Например, компания предлагает автоматизированные решения для проведения трудовых инспекций, позволяющие повысить производительность труда и безопасность на рабочих местах. Honeywell также предлагает решения для обучения новых сотрудников - Honeywell Connected Workforce Competency, развертываемая в облаке масштабируемая служба обучения и развития работников, которая обеспечивает комплексное обучение с помощью симулятора.

Искусственный интеллект и его внедрение в различные сферы деятельности компаний возрастает с каждым годом и предоставляет значительные преимущества для компаний и работников. Общее внедрение ИИ в охрану труда имеет большой потенциал уменьшения частоты несчастных случаев, снижения рисков профессиональных заболеваний и повышения общего уровня благополучия среди работников. Однако важно помнить, что при внедрении технологий ИИ в охрану труда также существуют этические и конфиденциальные вопросы, и следует соблюдать соответствующие нормы и правила использования данных и технологий.

#### **Законодательство и стандарты.**

Одной из тенденций в области обеспечения безопасности и охраны труда является постоянное изменение законодательства в данной области. Эта тенденция объясняется стремлением обеспечить безопасные и здоровые условия труда для работников, снизить риски производственных несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

Улучшение здоровья и безопасности на рабочем месте является важным вопросом для Европейского Союза. Еще в 1980 году был принят единый акт, который установил минимальные стандарты защиты работников, одновременно позволяя государствам-членам сохранять или вводить более строгие меры. Изменение экологической ситуации, развитие новых цифровых технологий, появление новых форм заболеваний (в том числе и ментальных) приводит к необходимости к модернизации законодательства. Так, например, 10 марта 2022 года Парламент ЕС принял Резолюцию о новой стратегической программе ЕС по охране труда и технике безопасности на период после 2020 года [7]. Резолюция выдвигает ряд требований, в том числе более амбициозные меры по борьбе с раком, связанным с работой, более широкую и всеобъемлющую директиву по заболеваниям опорно-двигательного аппарата и ревматическим заболеваниям, а также учет гендерного аспекта во всех мерах по охране труда и технике безопасности. Резолюция также предлагает разработать директиву по предотвращению психосоциальных рисков.



Трагические события в шахтах горнодобывающего предприятия АрселлорМиталл Темиртау послужили толчком к изменению законодательства Республики Казахстан в области обеспечения безопасности работников. Основной курс взят на переход к риск ориентированному подходу в управлении охраной труда для обеспечения права на условия труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены. В 2020 году в трудовое законодательство была введена обязанность работодателя по оценке профессиональных рисков и внедрению системы управления охраной труда на ее результатах. Требования к внедрению системы управления профессиональными рисками указаны в Правилах управления профессиональными рисками, утвержденных приказом Министра труда и социальной защиты населения РК 11 сентября 2020 года № 363 («Правила») [8]. Однако, как утверждается в Концепции безопасного труда в Республике Казахстан до 2030 года, содержание Правил требует актуализации в части детальной конкретизации порядка оценки профессиональных рисков, ее количественной-расчетной методики в том числе форм отчетности, учета и регистрации ее результатов. Требования по охране труда в зависимости от размера предприятия не уменьшаются, но все же имеют свои особенности. В этой связи планируется разработка упрощенных требований к системе управления охраной труда на малых и микропредприятиях с внедрением возможности экспресс оценки профессионального риска (в том числе в онлайн формате) [6].

Процессы изменения законодательства в области охраны труда стали неотъемлемой частью стратегий государств и организаций в целях улучшения условий труда и предотвращения производственных рисков. Постоянная модернизация законодательства является ключевой стратегической мерой, направленной на улучшение охраны и безопасности труда в странах по всему миру. Такая модернизация свидетельствует о стремлении создать рабочую среду, которая соответствует современным стандартам и обеспечивает безопасность и здоровье работников.

#### **Мониторинг здоровья работников.**

Мониторинг здоровья работников становится все более важной тенденцией в области обеспечения охраны и безопасности труда. Эта практика позволяет компаниям более эффективно управлять здоровьем работников, предотвращать заболевания и травмы, а также повышать общее благополучие трудовых ресурсов. Для принятия решений о допуске или отстранении от работы могут использоваться аналитические данные, полученные из мониторинга условий труда и здоровья работников. Такие системы позволяют эффективно управлять рисками и обеспечивать безопасность в рабочей среде.

Методы мониторинга здоровья варьируются от традиционных медицинских осмотров до применения передовых технологий. Развитие технологий оказало существенное влияние и на

мониторинг за состоянием здоровья работников. Например, компания SmartCap Technologies разработала специальные головные уборы, позволяющий отслеживать состояние усталости работников в режиме реального времени, что позволяет принимать предупреждающие меры для управления риском усталости или микросна на рабочем месте. Помимо этого, все большее количество компаний применяют иные носимые технологии (умные часы или браслеты; умные очки; смарт одежда и т.д.), которые предоставляют данные о физическом состоянии и активности работников, что позволяет компаниям более эффективно управлять условиями труда и предотвращать профессиональные заболевания и травмы.

Правительство Великобритании, например, с 2024 года планирует внедрить систему цифровых медицинских осмотров по всей стране, тем самым снизив нагрузку на врачей общей практики. Сердечно-сосудистые заболевания являются второй по величине причиной смерти в Англии и от них страдают около 6,4 миллиона человек, поэтому ожидается, что такие медицинские осмотры позволят значительно снизить риски сердечных приступов и инсультов [9].

В Республике Казахстан основным способом предупреждения трудовой деятельности работника, находящегося в несоответствующем состоянии здоровья, является проведение обязательных (предварительных, периодических, предсменных (предрейсовых), послесменных (послерейсовых)) и профилактических медицинских осмотров за счет средств работодателя, в результате которых работник может быть и не допущен к осуществлению работы при наличии факторов, препятствующих работе.

Казахстан также достиг значительных успехов во внедрении автоматизированных медицинских осмотров. Так, например, АО «Самрук-Энерго» еще с 2020 года в тестовом режиме использует автоматизированные системы медицинских осмотров на ТОО «Экибастузская ГРЭС-1» и АО «АлЭС», которые позволяют получать полную характеристику физического состояния сотрудника за короткое время без необходимости контакта с медицинскими работниками.

Помимо этого, в октября 2023 года в силу вступили изменения в Правила перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом, согласно которым водители могут проходить предрейсовые и послерейсовые медицинский осмотры онлайн посредством автоматизированных систем, после прохождения биометрической и (или) других способов идентификации [9].

Анализ мировых тенденций в области охраны труда подчеркивает динамичность и постоянные изменения в требованиях и подходах к обеспечению безопасности и заботе о здоровье работников, в особенности в условиях новых вызовов таких как пандемии, изменения климата и эволюция рабочих практик. Необходимость постоянного внимания к вопросам охраны труда и

здоровья работников в условиях постоянных изменений в мировой экономике и технологическом пространстве только продолжает возрастать. Современные вызовы требуют инновационных решений и глобального сотрудничества для обеспечения безопасности и благополучия трудовых ресурсов.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международная организация труда. Мировая статистика [Электронный ресурс]. URL: [https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS\\_249276/lang--ru/index.htm](https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249276/lang--ru/index.htm) (дата обращения: 28.12.2023).
2. Бюро национальной статистики Департамента Труда США // США, Ноябрь 2023; URL: <https://www.bls.gov/news.release/pdf/osh.pdf> (дата обращения: 28.12.2023).
3. Управление по охране труда Великобритании “Здоровье и безопасность на работе. Сводная статистика Великобритании за 2023 год.” // Великобритания, Ноябрь 2023; URL: <https://www.hse.gov.uk/statistics/assets/docs/hssh2223.pdf> (дата обращения: 28.12.2023).
4. Бюро Национальной статистики Республики Казахстан “О травматизме, связанном с трудовой деятельностью, и профессиональных заболеваниях в Республике Казахстан за 2022 год” // Республика Казахстан, 2022; URL: <https://stat.gov.kz/upload/iblock/944/wmeyv6lsxwxfu6uyr54rjuyr15zd69fy/7%D0%A2%D0%9F%D0%97%D0%80%D1%83%D1%81%D1%81.pdf> (дата обращения: 28.12.2023).
5. Доклад Международной организации труда «Охрана труда – основа будущего сферы труда. Опираясь на столетний опыт» // 2019; URL: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-moscow/documents/publication/wcms\\_693749.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-moscow/documents/publication/wcms_693749.pdf) (дата обращения: 28.12.2023).
6. Концепция безопасного труда в Республике Казахстан до 2030 года, утвержденная Решением республиканской трехсторонней комиссией по социальному партнерству и регулированию социальных и трудовых отношений от «20» января 2022 года. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/enbek/documents/details/285862?lang=ru> (дата обращения: 05.01.2024).
7. European Parliament resolution of 10 March 2022 on a new EU strategic framework on health and safety at work post 2020 (including better protection of workers from exposure to harmful substances, stress at work and repetitive motion injuries) // 2021; URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022IP0068> (дата обращения: 05.01.2024).
8. Приказ Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан 11 сентября 2020 года № 363 “Об утверждении Правил управления профессиональными рисками”. [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2000021197> (дата обращения: 06.01.2024).
9. Департамент здравоохранения и социальной защиты Великобритании // 2023; URL: <https://www.gov.uk/government/news/new-digital-health-check-to-tackle-deadly-cardiovascular-disease> (дата обращения: 06.01.2024).
10. Приказ и.о. Министра по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 26 марта 2015 года № 349 «Об утверждении Правил перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом». [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1500011550> (дата обращения: 07.01.2024).
11. Трудовой Кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 года № 414-V ЗПК. [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1500000414> (дата обращения: 07.01.2024).

УДК 621.391

### ДИСКРЕТНАЯ ОБРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ОГИБАЮЩЕЙ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ДВОИЧНЫХ СООБЩЕНИЙ УЗКОПОЛОСНЫМИ ПЕРЕКРЫВАЮЩИМИСЯ СИГНАЛАМИ

**Вершинин В.А.**

*Неработающий пенсионер, к.т.н., доцент,  
Россия, 152909, Ярославская обл., г. Рыбинск, ул. Бородулина, 36а, кв. 8*

### DISCRETE PROCESSING OF COMPLEX ENVELOPE WHEN TRANSMITTING BINARY MESSAGES USING NARROW BAND OVERLAPPED SIGNALS

**V.A. Vershinin**

*Non-working pensioner, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,  
Russia, 152909 Yaroslavl region, Rybinsk, Borodulina str., 36a, sq. 8*

### АННОТАЦИЯ

Частотная эффективность, помехоустойчивость и сложность реализации являются важнейшими параметрами передачи двоичных сообщений. Одним из направлений повышения частотной эффективности является сознательное или контролируемое введение в передаваемый сигнал

межсимвольной интерференции. Целью работы является реализация этого направления с использованием дискретизации комплексной огибающей принимаемого сигнала. Рассмотрено формирование передаваемого сигнала, обработка принимаемого сигнала с использованием обесцараживающего фильтра и алгоритма Витерби. Произведена оценка помехоустойчивости передачи при воздействии помехи в виде белого шума.

**ABSTRACT**

Frequency efficiency, noise immunity and implementation complexity are the most important parameters for the transmission of binary messages. One of the ways to increase frequency efficiency is the conscious or controlled introduction of intersymbol interference into the transmitted signal. The goal of the work is to implement this direction using sampling of the complex envelope of the received signal. The formation of the transmitted signal and processing of the received signal using a whitening filter and the Viterbi algorithm are considered. An assessment was made of the noise immunity of transmission when exposed to interference in the form of white noise.

**Ключевые слова:** перекрывающиеся сигналы, межсимвольная интерференция, комплексная огибающая, дискретизация, обесцараживающий фильтр, алгоритм Витерби, помехоустойчивость.

**Keywords:** overlapping signals, intersymbol interference, complex envelope, sampling, whitening filter, Viterbi algorithm, noise immunity.

**Введение**

Сознательное или контролируемое введение в передаваемый сигнал межсимвольной интерференции является одним из направлений повышения частотной эффективности передачи двоичных сообщений. Межсимвольная интерференция приводит к ухудшению помехоустойчивости передачи и усложнению алгоритма приема.

Определим на интервале  $-T/2 \leq t < T/2$  сигналы:

$$c(t) = \cos(2\pi Kt/T) + \cos[2\pi(K + 1)t/T];$$

$$s(t) = \sin(2\pi Kt/T) + \sin[2\pi(K + 1)t/T]. \quad (1)$$

Вне указанного интервала сигналы равны нулю. Здесь  $K$  – целое положительное число. На рис. 1 показан в нормированном виде сигнал  $c(t)$ , а на рис. 2 – сигнал  $s(t)$  при  $K = 5$ .

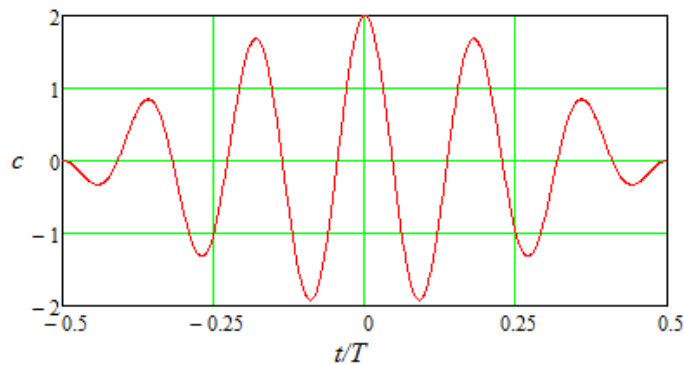


Рисунок 1. Нормированный сигнал  $c(t)$

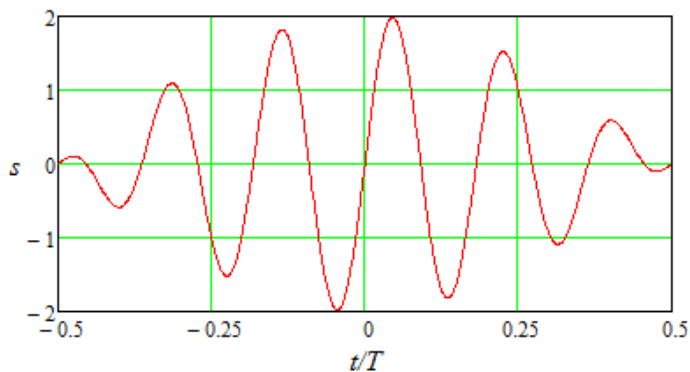


Рисунок 2. Нормированный сигнал  $s(t)$

Под двоичным сообщением будем понимать последовательность элементов.

Элемент сообщения может принимать два значения 0 или 1. Элементы двоичного

сообщения считаются независимыми случайными величинами, принимающими значения 0 или 1 с равной вероятностью. Одновременно передаются два элемента сообщения (пара элементов) с помощью сигналов (1) длительностью  $T$ . Пары элементов сообщения поступают для передачи с интервалом  $T/2$ . Таким образом, сигналы, соответствующие

$$y(t) = \sum_{m=1}^M \{A[a_m c(t - mT/2) + b_m s(t - mT/2)]\}, \quad (2)$$

где  $A[a_m c(t - mT/2) + b_m s(t - mT/2)]$  – сигнал, соответствующий одновременной передаче пары элементов сообщения;  $M$  – число пар элементов в сообщении;  $a_m$  и  $b_m$  принимают значения 1 или  $-1$  в зависимости от значений 1 или 0 элемента сообщения;  $A$  – постоянный коэффициент.

Применение сигнала вида (2) для передачи двоичных сообщений рассматривалось в [1, 2] с

передаваемым парам элементов частично перекрываются во времени на величину  $T/2$ . В результате при приеме имеется межсимвольная интерференция.

Пусть передаваемому сообщению соответствует сигнал на интервале  $0 \leq t < (M + 1)T/2$ :

использованием алгоритма Витерби и обеляющего фильтра.

Согласно [3] можно получить спектральную плотность мощности сигнала (2)  $Y(f)$ . На рис. 3 приведена зависимость  $Y(f)$  при  $K = 5$  в виде  $Y_{дБ}(f) = 10 \lg[Y(f)/Y_{max}]$ , где  $Y_{max}$  – максимальное значение  $Y(f)$ .

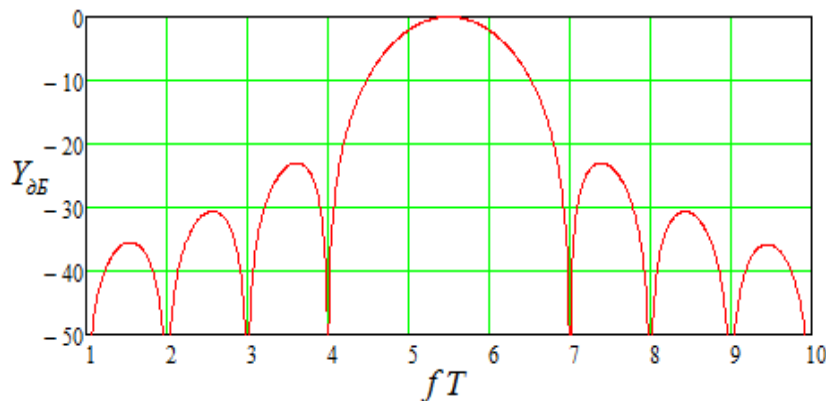


Рисунок 3. Нормированная зависимость  $Y_{дБ}(f)$

Средняя мощность сигнала (2)  $P = \int_0^\infty Y(f)df = 4A^2$ , амплитуда  $4A$ , пик-фактор  $\frac{4A}{\sqrt{P}} = 2$ . Скорость передачи элементов двоичного сообщения (бит/с)  $R = \frac{4M}{T(M+1)}$ . Если считать нижней частотой полосы частот сигнала (2) по уровню  $-30$  дБ спектральной плотности мощности  $F_1 = (K - 2.5)/T$ , а верхней частотой  $F_2 = (K + 3.5)/T$ , то ширина полосы, занимаемая сигналом  $F = 6/T$ .

Таким образом, использование сигнала (2) обеспечивает хорошие удельные затраты полосы без использования формирователя спектра. При оптимизации приема таких сигналов может

использоваться алгоритм Витерби с обеляющим фильтром [1, 2]. Целью данной работы является прием сигнала с использованием дискретизации комплексной огибающей.

#### Формирование на основе комплексной огибающей

Формирование передаваемого сигнала можно осуществить непосредственно по формуле (2). Однако при больших значениях  $K$  целесообразно исходить из комплексной огибающей этого сигнала. Заметим, что  $K$  определяет положение полосы частот, занимаемой передаваемым сигналом.

Комплексную огибающую можно записать в виде [1]:

$$y_c(t) = \sum_{m=1}^M A(b_m + ja_m)g[t - (m - 1)T/2], \quad (3)$$

где  $g(t) = \begin{cases} \sin[2\pi(t/T - 0.5)] - j\{1 + \cos[2\pi(t/T - 0.5)]\}, & \text{четные } K \\ -\sin[2\pi(t/T - 0.5)] - j\{1 + \cos[2\pi(t/T - 0.5)]\}, & \text{нечетные } K \end{cases}$ . Сигнал  $g(t)$  определен на интервале  $0 \leq t < T$ , вне этого интервала он равен нулю. Здесь и далее  $j$  – мнимая единица.

Выходной сигнал модулятора

$$y(t) = \text{Re}[y_c(t)r^*(t)] = \begin{cases} \text{Re}[y_c(t)] \cos(2\pi Kt/T) - \text{Im}[y_c(t)] \sin(2\pi Kt/T), & \text{четные } K \\ \text{Re}[y_c(t)] \cos[2\pi(K+1)t/T] - \text{Im}[y_c(t)] \sin[2\pi(K+1)t/T], & \text{нечетные } K \end{cases}$$

где  $r(t) = \begin{cases} e^{-j2\pi Kt/T}, & \text{четные } K \\ e^{-j2\pi(K+1)t/T}, & \text{нечетные } K \end{cases}$ ;  $r^*(t)$  – величина, комплексно сопряженная по отношению к  $r(t)$ . Таким образом,  $y(t)$  можно получить с помощью квадратурного модулятора.

**Предварительная обработка**

Пусть на входе приемника на интервале  $0 \leq t < (M+1)T/2$  имеет место сигнал

$$z(t) = y(t) + n(t), \quad (4)$$

где  $n(t)$  – помеха с односторонней спектральной плотностью мощности  $N$  в диапазоне частот, занимаемом сигналом  $y(t)$ .

Значения помехи имеют нормальное распределение.

Рассмотрим обработку сигнала (4) путем перехода к комплексной огибающей этого сигнала:  $z_c(t) = y_c(t) + n_c(t)$ , где  $n_c(t)$  – комплексная огибающая, соответствующая помехе  $n(t)$ . Для получения комплексной огибающей предварительно формируется сигнал

$$2z(t)r(t) = \begin{cases} 2z(t) \cos(2\pi Kt/T) - j2z(t) \sin(2\pi Kt/T), & \text{четные } K \\ 2z(t) \cos[2\pi(K+1)t/T] - j2z(t) \sin[2\pi(K+1)t/T], & \text{нечетные } K \end{cases}$$

Действительная и мнимая части этого сигнала поступают на входы фильтров нижних частот (ФНЧ). На выходах фильтров будем иметь  $\text{Re}[z_c(t)]$  и  $\text{Im}[z_c(t)]$  соответственно. Таким образом, для получения комплексной огибающей используется квадратурная демодуляция. В качестве ФНЧ может быть использован фильтр Баттерворта. Частота среза фильтра равна частоте Найквиста  $F_N = 4/T$  для сигнала  $y_c(t)$ .

$k = 0, 1, \dots, (M+1)D/2 - 1$ ;  $T_0 = 1/(2F_N)$  – период дискретизации;  $D = T/T_0 = 8$  – число дискретных моментов времени на интервале  $T > t \geq 0$ .

На интервале  $(M+1)T/2 > t \geq 0$  зададим дискретные моменты времени  $t_k = kT_0$ , где

Дискретная комплексная огибающая  $z^c(t_k) = y^c(t_k) + n^c(t_k)$ . Представим  $n^c(t_k) = n_1(t_k) + jn_2(t_k)$ . В [4] показано, что значения  $n_1(t_k)$  и  $n_2(t_k)$  независимые случайные величины. Из [5] также следует, что значения  $n_1(t_k)$  как и  $n_2(t_k)$  независимы. Дисперсия этих величин  $\sigma^2 = 2F_N N = \frac{N}{T_0}$ . Тогда

$$\sigma = \sqrt{\frac{N}{T_0}} = \sqrt{\frac{W}{T_0 h^2}} = \sqrt{\frac{A^2 T}{T_0 h^2}} = A \sqrt{\frac{T}{T_0 h^2}} = A \sqrt{\frac{D}{h^2}}$$

где  $h^2 = W/N$ ;  $W$  – средняя энергия сигнала  $y(t)$  приходящаяся на элемент передаваемого сообщения,  $W = A^2 T \frac{M+1}{M}$ .

значений поступает на вход дискретного обеляющего фильтра.

**Обеляющий фильтр**

Путем обработки дискретной комплексной огибающей формируются значения  $c_m = \frac{1}{D} \sum_{d=0}^{D-1} z^c[t_d + 0.5T(m-1)]g^*(t_d)$ ,  $m = 1, 2, \dots, M$ . Последовательность этих

Передаточная функция обеляющего фильтра с учетом дискретизации

$$\begin{cases} \frac{(1.66j/A)z^{-1}}{1+0.318jz^{-1}}, & \text{четные } K \\ \frac{(-1.66j/A)z^{-1}}{1-0.318jz^{-1}}, & \text{нечетные } K \end{cases} \cdot \text{Эквивалентная передаточная функцией канала} \\ \begin{cases} 1 + 2.97jz^{-1}, & \text{четные } K \\ 1 - 2.97jz^{-1}, & \text{нечетные } K \end{cases}$$

Выходная последовательность отсчетов обеляющего фильтра  $c_i^w$ ,  $i = 1, 2, \dots, M+2$  является входной для алгоритма Витерби. В алгоритме Витерби используются коэффициенты эквивалентной передаточной функции канала (7).

**Моделирование**

Результатом алгоритма Витерби являются комплексные величины  $v_m = b_m^v + ja_m^v$ ,  $m = 1, 2, \dots, M$ ;  $a_m^v$  и  $b_m^v$  принимают значения 1 или -1 и могут отличаться от соответствующих значений  $a_m$  и  $b_m$  из-за действия помехи.

Моделирование проводится в среде Matlab. В матричном виде моделируется обработка дискретной комплексной огибающей. Ниже приведена программа моделирования. Входные параметры программы:  $K$  (входит в (1));  $h^2$  (в программе  $h2$ );  $U$  – число формируемых сигналов вида (4). В программе также задаются входящие в (2)  $M, A, T$ . Результат работы программы – число ошибочно принятых элементов сообщения  $er$ .

```

function er=viter_ser16(K,h2,U)
rng('default');
M=1000;
A=1;
T=1;
D=8;
T0=T/D;
d=0:D-1;
t=d*T0;
const=[-1+1i -1-1i 1+1i 1-1i];
if rem(K,2)==0
g=sin(2*pi*(t/T-0.5))-1i*(1+cos(2*pi*(t/T-0.5)));
q0=[0 1.66i/A];
q1=[1 0.318i];
q2=[1 2.97i];
else
g=-sin(2*pi*(t/T-0.5))-1i*(1+cos(2*pi*(t/T-
0.5)));
q0=[0 -1.66i/A];
q1=[1 -0.318i];
q2=[1 -2.97i];
end
sigma=A*sqrt(D/h2);
c=zeros(1,M+2);
er=[0 0];
for u=1:U
a=2*randi([0 1],1,M)-1;
b=2*randi([0 1],1,M)-1;
yc=upfirdn(b+1i*a,A*g,D/2);
nc=normrnd(0,sigma,1,(M+1)*D/2)+1i*(normrnd
d(0,sigma,1,(M+1)*D/2));
zc=yc+nc;
for m=1:M

```

```

c(m)=(zc(1+(m-1)*D/2:(m+1)*D/2)*g')/D;
end
cw=filter(q0,q1,c);
v=mlseec(cw,q2,const,10,'rst');
bv=real(v(1:M));
av=imag(v(1:M));
er1=sum(ne(a,av))+sum(ne(b,bv));
er(1)=er(1)+er1;
end
end

```

Более подробно поясним использование функции `mlseec(zw,q,const,10,'rst')` из этой программы. Функция определяет выходной вектор алгоритма Витерби. Здесь `zw` – входной вектор; `q2` – вектор коэффициентов эквивалентной передаточной функции канала; `const` – вектор опорного созвездия; число 10 задает глубину трассировки, это рекомендованное значение, равное произведению длины вектора `q2` на 5; `'rst'` – режим работы, при котором обработка входного вектора происходит независимо от обработки предыдущего.

Результаты моделирования с помощью приведенной выше программы приведены в таблице 2. Моделирование производилось при  $M = 1000$ ,  $K = 5$  и различных значениях  $h^2$ ,  $U$ . Число ошибочно принятых элементов сообщения обозначено  $N_e$  (в программе `er`). Число переданных элементов двоичного сообщения  $2MU$ . Определена оценка вероятности ошибки при использовании обеляющего фильтра и алгоритма Витерби  $p = N_e/(2MU)$ .

Таблица 1

### Результаты моделирования

$h^2$	5	10	15
$U$	$10^3$	$10^5$	$10^6$
$2MU$	$2 \times 10^6$	$2 \times 10^8$	$2 \times 10^9$
$N_e$	1712	787	42
$p$	$8.56 \times 10^{-4}$	$3.93 \times 10^{-6}$	$2.1 \times 10^{-8}$

Сравнение результатов моделирования с [1] показывает, что дискретная обработка принимаемого сигнала практически не снижает помехоустойчивость передачи.

#### Выводы

Рассматриваемый способ передачи двоичных сообщений обеспечивает хорошую частотную эффективность без использования формирователя спектра при достаточно высокой помехоустойчивости.

Использование дискретизации комплексной огибающей при приеме позволяет упростить обработку сигнала без ухудшения помехоустойчивости.

#### Список литературы

1. Вершинин В.А. Моделирование приема перекрывающихся сигналов при использовании обеляющего фильтра и алгоритма Витерби // Информационные технологии и телекоммуникации. 2022. Том 10. № 4.
2. Вершинин В.А. Моделирование асинхронной передачи двоичных сообщений узкополосными перекрывающимися сигналами // Заметки ученого. 2023. № 8.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2003.– 804 с.

4. Прокис Джон. Цифровая связь. Пер. с англ./ Под ред. Д.Д. Кловского.– М.: Радио и связь. 2000.– 800 с.

5. Теория электрической связи: Учебник для вузов / А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.И. Коржик, М.В. Назаров; Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1998. – 432 с.

#### List of literature

1. Vershinin V.A. Modelirovaniye priyema perekryvayushchikhysya signalov pri ispol'zovanii obelyayushchego fil'tra i algoritma Viterbi [Modeling the reception of overlapping signals using a whitening filter and the Viterbi algorithm] // Informatsionnyye tekhnologii i telekommunikatsii [Information technologies and telecommunications]. 2022. Vol. 10. No. 4. [in Russian]

2. Vershinin V.A. Modelirovaniye asinkhronnoy peredachi dvoichnykh soobshcheniy uzkopolosnymi

perekryvayushchimisya signalami [Modeling of asynchronous transmission of binary messages by narrow-band overlapping signals]// Zаметки uchenogo [Notes of a scientist]. 2023. No. 8. [in Russian]

3. Sergienko A.B. Tsifrovaya obrabotka signalov [Digital signal processing]. SPb.: Piter. 2003.– 804 p. [in Russian]

4. Prokis Dzhon. Cifrovaya svjaz' [Digital communication]. Per. s angl./ edited by D.D. Klovskogo.– М.: Радио и связь'. 2000.– 800 p. [in Russian]

5. Teoriya elektricheskoy svyazi: Uchebnik dlya vuzov [Theory of telecommunications: the Textbook for high schools] / A.G. Zyuko, D.D. Klovskiy, V.I. Korzhik, M.V. Nazarov; edited by D.D. Klovskogo. – М.: Радио и связь. 1998.– 432 p. [in Russian]

УДК 622.28.017

### МЕТОД ПРОГРАММНОЙ КОРРЕКЦИИ САМОРАЗОГРЕВА ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ МАЛЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

*Качальский В.Г.*

*Новосибирский государственный технический университет, доцент, кандидат технических наук, Россия, 630073, пр-т. К.Маркса, 20*

### A METHOD FOR SOFTWARE CORRECTION OF SELF-HEATING OF STRAIN GAGES WHEN MEASURING SMALL DISPLACEMENTS

*V.G. Kachalsky*

*Novosibirsk State Technical University, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Russia, 630073, 20 K.Marx Ave.*

#### АННОТАЦИЯ

Исследуется возможность применения метода программной компенсации температурных воздействий на измерительную систему регистрации малых перемещений многоканальным скважинным деформометром при исследовании напряженно деформированного состояния массивов горных пород и искусственных сооружений методом параллельных скважин.

#### ABSTRACT

The possibility of using the software temperature compensation of the measuring system for the registration of small displacement downhole multi deformometer in the study of stress-strain state of rocks and structures the method of parallel wells.

**Ключевые слова:** многоканальный деформометр, температурный дрейф, тензодатчик, температурная компенсация.

**Key words:** multi-channel deformometer, temperature drift, strain gauge, temperature compensation

**Введение.** Исследования напряжений на основе натуральных экспериментов, обеспечивающие получение объективных данных, имеют важное значение как для формирования параметров расчетной геомеханической модели объекта, так и для уточнения результатов численного моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) массивов горных пород и конструктивных элементов промышленных сооружений. Достоверность информации о величинах действующих напряжений в массиве и элементах конструкции определяет надежность оценок безопасного состояния инженерных сооружений.

**Цель исследования.** Процесс натурального определения напряженного состояния массива горных пород методом параллельных скважин, состоящий из последовательности опытов на объекте, а также технические и программные средства, разработаны в ИГД СО РАН [1–5]. Процедура проведения натуральных исследований данным методом, определяющая повышенные требования к аппаратурной и программной реализации имеет следующие особенности:

- продолжительность измерения деформаций стенок измерительной скважины может достигать, как правило, не менее 2-х часов;
- температура окружающей среды и массива горных пород могут значительно отличаться;





$$\begin{aligned}
 y_{1j} &= x_{1j} - (0,277 * t_j + 15,78) \\
 y_{2j} &= x_{2j} - (0,206 * t_j + 7,178) \\
 y_{3j} &= x_{3j} - (0,212 * t_j - 2,34) \\
 y_{4j} &= x_{4j} - (0,242 * t_j - 0,25)
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

где  $y_{ij}$  – откорректированные значения смещений в момент  $t_j$ ;

$x_i$  – исходные значения смещений от  $i$  – ой пары балочек, полученные в результате эксперимента в момент  $t_j$ ;

$t_j$  – дискретное значение отсчетов времени.  
 Полученные коэффициенты наклона  $A_i\{0,277; 0,206; 0,212; 0,242\}$  близки по своим абсолютным значениям, что свидетельствует об одинаковом влиянии температурного дрейфа на все 4 канала измерения.

После коррекции исходных данных с учетом (2) графики показаны на рис.3.

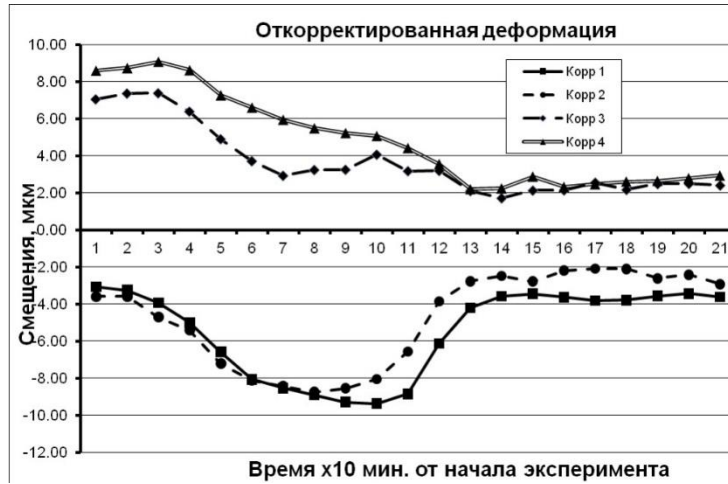


Рис.3. Графики смещений контура скважины после квазилинейной коррекции исходных данных

На графиках рис.3 практически отсутствует остаточный дрейф, что иллюстрирует успешное применение предложенной процедуры (2) коррекции дрейфа. Справедливость применение линейной коррекции можно обосновать квазилинейной температурной зависимостью показаний тензодатчиков. С ростом или падением температуры изменяется сигнал ненагруженного датчика - дрейф или ошибка нуля. Данная ошибка указывается в процентах диапазона. Если датчик имеет относительную ошибку нуля 0,01% , то абсолютная ошибка при изменении температуры в процессе проведения эксперимента на 20 °С, чувствительности тензодатчика  $K_s = 2$  мВ/В и питающем напряжении 10 В будет:

$$\Delta U_i = 0,01\% K_s / ^\circ C = (2 * 10) * 0,01 * 20 = 0,04 \text{ мВ.}$$

Таким образом, сигнал ненагруженного датчика за время эксперимента может измениться на 0,04мВ. При коэффициенте передачи канала измерения  $\approx 1$ мкм/мкВ вклад дрейфа (3) в основной сигнал может достигать 40мкм. Данный результат имеет максимальное оценочное значение. Как видно из графиков на рис.1 максимальный дрейф не превышает 6-8 мкм, что может быть сравнимо с изменением полезного сигнала на участках измерений с незначительным уровнем напряжений.

**Результаты исследования и их обсуждение.**  
 Рассмотрим влияние коррекции дрейфа на результаты вычисления напряжений для исходных данных (рис. 4а) и откорректированных (рис.4б).

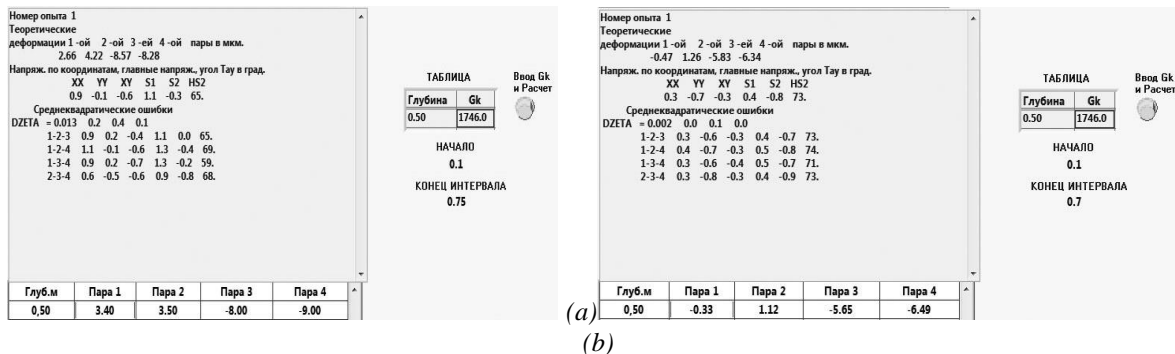


Рис.4. Результаты расчета величин напряжений в бетонном массиве.  
 а - по исходным данным (см. рис.1);  
 б - по откорректированным данным (см. рис.3).

Сравнение результатов оценок применения коррекции дрейфа к среднеквадратичных ошибок компонентов экспериментальным данным значительно снижает ошибки определения и позволяет

получить более точные оценки величин напряжений.

**Выводы.** Рассмотренный пример предложенной в данной работе программной компенсации температурного дрейфа показаний измерительной системы при проведении экспериментов методом параллельных скважин, даёт возможность повысить точность натурального определения действующих величин напряжений в массиве.

#### **Список литературы.**

##### **Статьи из журналов.**

1. Курленя М.В., Барышников В.Д., Бобров Г.Ф., Попов С.Н., Федоренко В.К. Способ определения НДС в массиве горных пород. // Открытия и изобретения. - 1981. № 40
2. Барышников В.Д., Попов С.Н. и др. Способ натурального определения упругих свойств горных пород в методе параллельных скважин. // ФТПРПИ. -1982. №1
3. Барышников В.Д., Качальский В.Г. Автоматизированный измерительный комплекс приборов для определения напряжений в массиве горных пород методом параллельных скважин.// ФТПРПИ. -2010. №3. - С.115-119.
4. Колмаков В.Д. Техника экспериментального измерения напряжений методом параллельных

скважин в скальных породах. // Исследование напряжений в горных породах. - Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1985. - С.120-126.

5. Барышников В.Д., Курленя М.В., Гахова Л.Н. Опыт применения метода параллельных скважин для оценки действующих напряжений в бетонном массиве. // Гидротехническое строительство. -1998. №9. - С.59-62.

6. Качальский В.Г. Программно-техническое обеспечение экспериментальных исследований НДС массива горных пород методом параллельных скважин // Труды X междунар. научной конф. «ГЕО-Сибирь-2014»,– Новосибирск: СГГА, 2014.– №4. - С.109-114.

7. Барышников В.Д., Качальский В.Г. К вопросу температурного влияния на показания датчиков угла наклона в инклинометрической системе.//Интерэкспо ГЕО-Сибирь : 15 междунар. науч. конгр. : Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология : сб. материалов междунар. науч. конф., Новосибирск, 24–26 апр. 2019 г. : в 9 т. – Новосибирск : Изд-во СГУГиТ, 2019. – Т. 2, № 4. – С. 16–19

© В.Г. Качальский, 2024г.

УДК 621.822.1

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РЕСУРС КЕРАМИЧЕСКИХ  
ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ****Панова И.М.,***доцент, к.т.н.,**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана,**Россия, Москва, 2-я Бауманская 5***Синицына Ю.В.,***доцент, к.т.н.,**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана,**Россия, Москва, 2-я Бауманская 5***ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE LIFE OF CERAMIC SLIDING BEARINGS***I.M. Panova**Associate Professor, Ph.D.,**Bauman Moscow State Technical University,**Russia, Moscow, 2nd Bauman 5**Yu. V. Sinitsyna**Associate Professor, Candidate of Technical Sciences,**Bauman Moscow State Technical University,**Russia, Moscow, 2nd Bauman 5***АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрены основные факторы, влияющие на долговечность керамических подшипников скольжения. При этом, основным критерием работоспособности подшипников является износостойкость поверхностного слоя керамической втулки. Определяющее значение имеет реальная площадь контакта вала и подшипниковой втулки под нагрузкой. Точное определение площади контакта затруднено, однако, это можно сделать приближенно, что и предложено в статье. Установлено, что значительную роль играет величина максимального контактного давления, которое, в свою очередь, определяет величину контактных напряжений сдвига, - влияние которых нарастает с ростом высоты и количества микронеровностей. Совместное влияние этих напряжений и определяет ресурс работы подшипника, что учитывается расчетом по эквивалентному напряжению.

**ANNOTATION**

The article discusses the main factors affecting the durability of ceramic plain bearings. At the same time, the main criterion for the performance of bearings is the wear resistance of the surface layer of the ceramic sleeve. The actual contact area of the shaft and the bearing sleeve under load is of decisive importance. The exact determination of the contact area is difficult; however, it can be done approximately, which is suggested in the article. A significant role is played by the value of the maximum contact pressure, which, in turn, determines the magnitude of the contact shear stresses, the influence of which increases with increasing height and number of micro-dimensions. The combined effect of these stresses determines the service life of the bearing, which is considered by calculating the equivalent voltage.

**Ключевые слова:** подшипник скольжения, площадь контакта, ресурс, трение, давление в подшипнике скольжения, контактные напряжения, чистота обработки поверхности.

**Keywords:** sliding bearing, contact area, service life, friction, pressure in the sliding bearing, contact stresses, purity of surface treatment.

В современном машиностроении все больше находит применение техническая керамика; это материалы, получаемые из порошков на основе кремниевых нитридов, карбидов, тугоплавких металлов, оксидов циркония, алюминия, и др. Уникальные свойства этих материалов делают их применение в качестве конструкционных материалов весьма заманчивым. Среди основных преимуществ керамических конструкционных материалов следует отметить высокие значения твердости и жесткости, низкий коэффициент трения, в сочетании с хорошей износостойкостью, низкую плотность, неспособность проводить электрический ток и намагничиваться, а также

возможность эксплуатации в ряде коррозионных сред. Такое сочетание свойств делает их привлекательными для использования в качестве подшипниковых материалов, особенно в сложных условиях эксплуатации, [Л.1]. Однако, проблемой на пути к широкому использованию керамических подшипников является низкая прочность керамики при воздействии растягивающих напряжений, что является причиной хрупкого разрушения, а также износа поверхности.

Решением вопроса может быть применение керамики в виде наноструктурных керамических покрытий. Например, покрытие из наноструктурного карбида кремния, (SiC),

позволяет получить в подшипниках скольжения коэффициент трения в пределах 0,011–0,015, модуль упругости до 400 ГПа; твердость до 90–92 HRC, при прочности 1800 МПа. Причем, стабильность свойств сохраняется в диапазоне рабочих температур от  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+1300^{\circ}\text{C}$ . Однако, при нанесении покрытий возникают дефекты, связанные, в первую очередь, с разными величинами коэффициентов термического расширения покрытия и подложки; решение находят в нанесении ряда промежуточных слоев, что делает подшипник относительно дорогим. Следует также учесть, что при значительных нагрузках и термоциклировании неизбежны релаксационные процессы в материале покрытия, а

это пока не может учитываться в оценке эксплуатационного ресурса подшипника. Также значительную трудность представляет оценка служебных характеристик поверхности трения подшипника, а именно, его трибологических, физических и механических свойств, [Л.2].

Вместе с тем, известно об успешном применении подшипников скольжения, выполненных полностью из керамики. Так, согласно [Л.3], подшипники скольжения из оксида циркония и карбида кремния, рис.1 успешно используются при небольших нагрузках в устройствах, связанных с потребностями биотехнологий.



Рис.1 Подшипник из карбида кремния, (Star Ceram), и скользящий валик из оксида циркония

При этом отмечается, что керамические материалы обладают уникальными характеристиками механических свойств по сравнению с нержавеющей сталью, табл.1:

Табл.1

Свойства	Единица	FZM	StarCeram® S	Металл
Основные компоненты	-	ZrO <sub>2</sub> , MgO	SiC	Нержавеющая сталь
<b>Свойства микроструктуры</b>				
ДПлотность	г/см <sup>3</sup>	≥ 5,70	3,16	7,8
Открытая пористость	Vol. %	0	0	0
Водопоглощение	%	0	0	-
Средний размер кристаллов	μм	50	-	-
<b>Механические свойства</b>				
Твердость (HV1)	ГПа	10,7	23	7,2 (HV10)
Прочность на сжатие	МПа	2000	> 2500	1700
Сопротивление изгибу σ <sub>m</sub>	МПа	500 (DIN EN 843-1)	450	500
Модуль упругости (Е-модуль)	ГПа	185 (статический)	440	210
Коэффициент Пуассона	-	0,3	0,17	0,3
Вязкость разрушения K <sub>IC</sub>	МПа*м <sup>0,5</sup>	6,3 (SEVNB)	2-3	-
<b>Термические свойства</b>				
Макс. рабочая температура	°C	900	1400	120-280
Удельная теплоемкость при 20 °C	Дж/(кг*К)	400	670	502
Теплопроводность	Вт/(м*К)	3	200	45
Коэффициент теплового расширения при 20–300 °C	10 <sup>-6</sup> /К	10,6	4,4	12

Такие высокие показатели свойств достигнуты благодаря следующим факторам:

1. Высокое качество и стабильность свойств исходного сырья.

2. Применение высокоточного шлифования рабочей поверхности,  $Ra \leq 0,5$ .

3. Использование метода точного формования, (F-формование), с термоусадкой.

Известно также, о применении керамики, в частности на основе диоксида циркония, в узлах сухого трения при высоких скоростях скольжения, до 34 м/с, и высоких температурах, как указано в

[4]. Здесь же говорится о перспективности применения трибологических пар керамика-металл,(сталь).

На основе карбида кремния разработан материал SILCAR- SiSiC, который с успехом применяется в подшипниках скольжения производства ecarbид, [5].



Рис.2 Керамические подшипники скольжения ecarbид.

Перейдем к рассмотрению основных факторов, определяющих ресурс работы керамических подшипников. Главными, по нашему мнению, являются: закон распределения контактного давления в подшипнике, напряженно-деформированное состояние в поверхностном слое керамического вкладыша, скорость скольжения, точность геометрической формы и чистота обработки поверхности.

Полагаем, что подшипник работает в условиях сухого трения, что соответствует применению подшипников в специальных устройствах, где невозможно использовать смазку, а также работе подшипника в период пуска и останова в условиях граничной смазки. Для анализа напряженно-деформированного состояния керамической втулки представим, что жесткий вал воздействует на поверхность подшипника радиальной силой. Наиболее часто применяемое решение контактной задачи Герца в данном случае не может быть использовано, так как область зоны контакта намного больше, чем принимается в задаче Герца. Решение контактной задачи Штаермана И.Я., [7] в большей мере соответствует нашему случаю, поскольку площадь контакта соизмерима с размерами тел, и рассматривается не только сближение, но и относительное вращение, однако, в окончательных выражениях не учитываются разные характеристики упругих свойств материалов, контактирующих тел.

Отметим, что контакт втулки и вала всегда происходит по дуге менее  $180^\circ$ , поэтому фактическая площадь контакта меньше, чем площадь проекции подшипника по внутреннему диаметру. Определение реальной площади контакта расчетным путем не только затруднительно, но и не дает возможности достаточно корректно связать эту расчетную площадь с практически наблюдаемым износом, поскольку керамика обладает нестабильностью свойств в изделиях и сильной зависимостью от пористости.

В данной работе предложено произвести упрощенную оценку реальной площади контакта стального вала с керамической втулкой, которая, однако, на практике дает весьма точный результат.

Предположим, рис.3, что под действием упомянутой радиальной силы  $R$  вал, радиусом  $r_1$  при длине втулки  $l$  смещается в радиальном направлении, а его ось смещается на расстояние  $OO_1$ . При этом справедливо выражение:

$$R = plr_1 \int_{-\varphi}^{+\varphi} p(\varphi) \cos \varphi d\varphi, \quad (1)$$

Если предположить, что угол  $\varphi$  известен, то можно определить контактное давление  $p$ . Угол  $\varphi$  также можно определить экспериментально методом нанесения на поверхность вала мелкодисперсной краски.

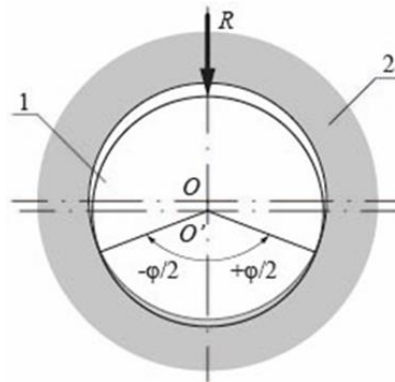


Рис.3. Взаимодействие вала с керамической втулкой под нагрузкой.

С другой стороны, можно также оценить площадь контакта расчетным путем, при этом рассчитывается условная ширина зоны контакта  $b$ , как это показано в [8], причем результат этого расчета удовлетворительно совпадает с экспериментом, в котором ширина  $b$  определяется по отпечатку мелкодисперсной краски. Согласно инженерному решению, в основе которого лежит закон Гука, ширина площадки контакта может быть определена по формуле (2):

$$b = \frac{R}{hl} \left( \frac{r_1}{E_1} + \frac{t}{E_2} \right), \quad (2)$$

где  $h$ -величина суммы деформаций вала и втулки после приложения нагрузки  $R$ ; что условно соответствует глубине смещения вала, с радиусом  $r_1$  во втулку, толщиной  $t$ . Здесь учтено, что вал и втулка имеют разные модули упругости.

Отметим, что данная зависимость удовлетворительно подтверждается экспериментом и дает меньшую погрешность, чем расчет по формуле Герца.

Следует отметить, что контактное давление неравномерно по ширине  $b$ . Вид эпюры и величина максимального контактного давления, а также и ширина площадки  $b$ , зависят от величины зазора в подшипнике, от скорости скольжения и температуры, от микрогеометрии и твердости поверхностей контакта. На рис.4 показана наиболее вероятная серповидная форма эпюры контактного давления, соответствующая контактным напряжениям  $\sigma_H$ . В этом случае оценить приближенно величину максимального контактного давления можно по выражению (3), где среднее давление  $p=R/bl$ .

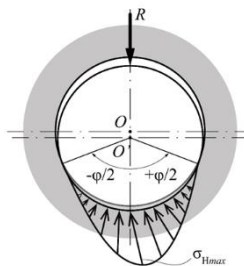


Рис.4 Серповидная эпюра контактных напряжений

$$p_{max} = \frac{4}{\pi} p, \quad (3)$$

Это говорит о том, что максимальное контактное давление в 1,27–1,3 раза больше, чем, если бы оно было учтено как равномерное, согласно рис.5:

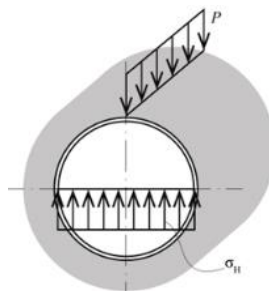


Рис. 5. Традиционная эпюра контактных напряжений с равномерным распределением.

Отметим, что основной причиной износа подшипника являются напряжения сдвига,  $\tau = f p_{max}$ , где  $f$  – коэффициент трения. Практически признаки износа начинают появляться при значении  $p_{max} = 50 - 80$  МПа. Такой разброс связан с различием параметров шероховатости. Потеря прочности поверхностного слоя произойдет при некотором неблагоприятном сочетании контактных напряжений и напряжений сдвига:

$$\sigma_{экр} = \frac{1-\gamma}{2} \sigma_H + \frac{1+\gamma}{2} \sqrt{\sigma_H^2 + 4\tau^2} \leq [\tau], \quad (4)$$

где,  $\gamma = \sigma_{(изг.)} / \sigma_{(сж.)}$ .

Рассчитать допустимое напряжение сдвига затруднительно, однако, возможно это сделать по косвенным оценкам, принимая приближенно:  $[\tau] = \sigma_{(сж.)} / 2,9$

Разрушение поверхностных слоев контактирующих материалов и отделение частиц износа, являются основными факторами усталостного износа втулки, а причиной является значительная величина напряжений сдвига, которые, в свою очередь, зависят от величины контактного давления и условий трения.

Необходимо также учитывать, что шероховатость существенно влияет на величину контактного давления.

Из работ А. И. Петрусевича известно, что благодаря наличию микронеровностей напряженное состояние в зоне контакта меняется в сторону увеличения сдвиговых напряжений, что и увеличивает максимальное контактное напряжение сдвига. Таким образом, влияние чистоты обработки поверхности также является определяющим фактором износа.

Выбор оптимального зазора в подшипнике оказывает влияние на его ресурс, поскольку увеличение зазора приводит к повышенному износу керамики из-за автоколебаний, а уменьшение повышает контактное давление. Поэтому важно установление оптимального значения зазора, что потребует получения предварительных экспериментальных данных. Для более точной оценки расчетных параметров может использоваться математический аппарат теории упругости с необходимостью учета изменения геометрии сопрягаемых поверхностей под нагрузкой. Практическое значение может иметь формула (5) для определения ресурса, приведенная в работе [9]:

$$T = \frac{[h] - \varepsilon_\theta}{2\pi r_1 n_1 [J_2 + (\varphi_0/\pi) J_1]} \quad (5)$$

Где  $[h]$  – суммарный предельно допустимый износ вала и втулки,  $\varepsilon_\theta$  – радиальный зазор, определяемый с учетом изменения температуры,  $n_1$  – частота вращения вала,  $J_1, J_2$  – интенсивность износа вала и втулки,  $\varphi_0$  – половина угла контакта. Мерой интенсивности износа может служить экспериментально определенное отношение объема продуктов износа к дистанции трения.

Отметим, что на скорость скольжения опосредованно влияет частота вращения вала.

Влияние скорости скольжения весьма значительно; так, в работе [10] экспериментально установлено, что при малых скоростях скольжения начинает образовываться так называемый бороздчатый рельеф, а при увеличении скорости скольжения происходит выкрашивание поверхности втулки. Интересно, что интенсивность изнашивания и коэффициент трения керамики сначала возрастают, а затем понижаются. Это, очевидно, связано с тем, что на поверхностях трения образуется трибослой из продуктов износа, который при малых скоростях концентрируется в зоне контакта, а с увеличением скорости скольжения становится более равномерно распределенным. Кроме того, возможно формирование квазизидкой пленки, которая увеличивает площадь контакта, за счет чего и понижаются контактные напряжения.

Установлено, [11] что при скоростях скольжения, больше 2-6 м/с преобладает адгезионный механизм износа, а это означает на практике перенос частиц металла на поверхность керамики. Таким образом на поверхности образуются окислы с высокой микротвердостью, что и повышает износостойкость керамики. В работе [12], на примере диоксида циркония, также установлено защитное влияние так называемого transfer layer при высоких скоростях скольжения.

Закключение.

Таким образом, на ресурс керамических подшипников скольжения влияет сложное напряженное состояние в зоне контакта. Для определения составляющих напряжений необходимо установить размеры площади контакта вала и керамической втулки, что можно сделать приближенно, опираясь на предварительные экспериментальные данные. Также следует учитывать влияние чистоты обработки поверхностей, величины зазора и скорости скольжения. Прогнозирование ресурса и установление предельных нагрузок позволяет успешно использовать керамические подшипники скольжения в определенных случаях, когда исключается возможность использования металлических материалов по тем или иным соображениям.

#### Литература:

1. Панов А. Д., Панова И. М. Трибологические особенности конструкционных керамических материалов в подшипниках скольжения // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, №1 (2015).
2. Азаренков Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д. и др. Наноматериалы, нанопокртия, нанотехнологии. ХНУ им. Каразина, 2009.-209с.
3. [russia.kyocera.com https://kyocera-russia.ru/news-2021-03-04/](https://kyocera-russia.ru/news-2021-03-04/), [электронный ресурс].
4. Севостьянов Н. В., Бурковская Н.П. Современные аспекты развития триботехнического материаловедения тяжело нагруженных узлов

сухого трения. Труды ВИАМ2022 №10 (с.116)-с.80-81.

5. <http://ecarbid.ru>, [электронный ресурс].

6. Панова И. М. Особенности конструирования изделий из керамических материалов. Известия высших учебных заведений, машиностроение. 2013. №4 с.45-50.

7. Штаерман И. Я. Контактная задача теории упругости. – М.: Гостехиздат, – 1949.– 270 с.

8. Определение площади контакта в подшипниках скольжения. Слепченко Е. В., Минеева А. С. Успехи современного естествознания. – 2011. № 7 –с.199

9. Алисин В. В. Проектирование подшипников скольжения с втулками из кристаллов диоксида

циркония. Институт машиноведения им. А. А. Благонравова, №12.2023. с.151-152.

10. С. Н. Гульков, Н. Л. Савченко С. Ф. Гнюсов. Особенности процессов изнашивания керамических и керамо-металлических композитов в условиях высокоскоростного сухого скольжения по стали Порошковая металлургия 2009г. №1/2.

11. Н. Л. Савченко, К. М. Пятова, С. Н. Кульков. ТРЕНИЕ И ИЗНОС КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ  $ZrO_2$  –  $Y_2O_3$  В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО СКОЛЬЖЕНИЯ ПО СТАЛИ. Вестник томского государственного университета, №2.2007.с.84.

12. Becker P. C., Libsch T. A., Rhee S. K. Wear mechanisms of toughening zirconias // Ceram. Eng. and Sci. Proceed. 1985 No. 7 – 8



# МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 615.91  
ГРНТИ 34.47.51

## ПЕРВИЧНАЯ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ КАНИФОЛИ

*Логинов В.В.,*

*к. б. н., биолог санитарно-гигиенической лаборатории  
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии  
в Нижегородской области»  
г. Нижний Новгород, Россия*

## PRIMARY TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF MODIFIED ROSIN PRODUCTS

*Loginov V.V.,*

*Ph.D. biology, biologist of sanitary and hygienic laboratory  
FBHI "Center for Hygiene and Epidemiology  
in the Nizhny Novgorod Region"  
Nizhny Novgorod, Russia*

### АННОТАЦИЯ

Статья посвящена установлению параметров токсикометрии и токсичности модифицированных продуктов канифоли, которые применяются в разных отраслях промышленности. Модифицированные продукты канифоли способны оказывать от слабого до умеренного раздражения действий при попадании на слизистые оболочки глаз и кожные покровы. В дозах вызывающих токсический эффект при однократном воздействии, по параметру острой токсичности при внутрижелудочном введении (DL<sub>50</sub>) установлено, что модифицированные продукты канифоли могут быть отнесены к III-IV классу опасности по степени воздействия на организм.

### ABSTRACT

The article is devoted to the establishment of parameters of toxicometry and toxicity of modified rosin products that are used in various industries. Modified rosin products can have mild to moderate irritation effects when they get on the mucous membranes of the eyes and skin. In doses causing a toxic effect with a single exposure, according to the parameter of acute toxicity with intragastric administration (DL<sub>50</sub>), it was found that modified rosin products can be classified as hazard class III-IV according to the degree of exposure to the body.

**Ключевые слова:** модифицированные продукты канифоли, однократное воздействие, токсикологическая оценка, параметры токсикометрии, токсичность, гигиенические нормативы

**Keywords:** modified rosin products, single exposure, toxicological assessment, parameters of toxicometry, toxicity, hygienic standards

### Введение

В настоящее время канифоль (живичная и талловая) является незаменимой сырьевой базой для получения на ее основе модифицированных продуктов, отличающихся структурой, физико-химическими свойствами, областью применения. Многоотраслевыми потребителями таких продуктов выступают предприятия целлюлозно-бумажной, лакокрасочной, полиграфической, резинотехнической, химической, электро- и радиотехнической, мебельной, пищевой, строительной, автомобильной, автотракторной и других отраслей промышленности и народного хозяйства [1, 2].

### Цель исследования

Широкое применение модифицированных продуктов канифоли (МПК) в настоящее время в разных сферах промышленности и народного хозяйства обосновало актуальность проведения исследований. Цель исследования получение токсикологической характеристики МПК в объёме первичного токсикологического паспорта. Для

понимания, что собой представляет канифоль и продукты её переработки необходимо рассмотреть подробнее их физико-химический состав. Более подробно эти вопросы освещены в монографии В.Л. Флейшер и Н.В. Черной [2].

### Общие физико-химические свойства

#### *Канифоль и продукты ее переработки.*

Канифоль – смола растительного происхождения. Она содержит в значительных количествах в живице – соке хвойных деревьев. По своему составу канифоль представляет собой смесь изомеров циклической одноосновной кислоты общей формулы C<sub>19</sub>H<sub>29</sub>ОООН. В живице хвойных пород содержится в основном один и тот же набор смоляных кислот: абиетиновая, левопимаровая, палюстровая, неоабиетиновая, дегидроабиетиновая, пимаровая, декстропимаровая, изопимаровая, тетрагидроабиетиновая.

По внешнему виду канифоль – твердая хрупкая стеклообразная масса от светло-желтого до коричневого цвета с температурой размягчения от

50 до 70°C. Она хорошо растворяется в большинстве органических растворителей и совмещается с растительными маслами. Существуют различные промышленные способы получения канифоли. По первому из них канифоль получают непосредственно из живицы, вытекающей из специально сделанных надрезов живых хвойных деревьев. В живице содержится около 30 % канифоли. Остальную её часть составляет скипидар. Процесс получения канифоли из живицы сводится к отгонке от нее скипидара. Остаточный продукт представляет собой канифоль, которую в соответствии со способом получения называют подсочной канифолью. По другому способу исходным сырьем для получения канифоли являются осмолившиеся пни старых хвойных деревьев. Для извлечения канифоли их щепу экстрагируют органическими растворителями, после чего полученный экстракт отфильтровывают и отгоняют от него легколетучие (растворитель, скипидар), а в остатке остается канифоль. По качеству канифоль, полученная методом экстракции (экстракционная канифоль) хуже подсочной. Канифоль может быть получена и из таллового масла. Талловое масло – отход целлюлознобумажной промышленности, содержит до 50 % канифоли, которую выделяют обычно вакуум-разгонкой или отгонкой с водяным паром. Кроме того, канифоль в виде ее натриевых солей ( $C_{19}H_{29}OONa$ ) может быть получена обработкой водным раствором гидроксида натрия отходов лесоперерабатывающей промышленности (щепы, стружки, опилки), при этом образующиеся соли кислот канифоли переходят в водный раствор, который в основном используется для получения осажденных резинатов. Канифоль находит применение в качестве модификатора синтетических олигомеров (алкидных, фенолформальдегидных), а также для получения таких её продуктов переработки как эфиры канифоли, канифольно-малеиновые аддукты и резинаты, которые используются как добавки к самым разнообразным лакокрасочным материалам.

**Эфиры канифоли.** Этерификация канифоли многоатомными спиртами – глицерином и пентаэритритом, проводится с целью получения продуктов, имеющих более высокую температуру размягчения и гораздо более низкое кислотное число, чем исходная канифоль. Эфиры канифоли хорошо растворяются в уайт-спирте, ароматических углеводородах, совмещаются с маслами и некоторыми другими пленкообразующими. Они используются для приготовления масляных лаков, которым придают повышенную твердость, глянец и атмосферостойкость. Кроме того, эфиры канифоли используются как добавки к нитролакам, покрытиям, на основе которых они сообщают повышенную адгезию, глянец и твердость.

**Канифольно-малеиновые аддукты.** Канифольно-малеиновыми аддуктами называют продукты взаимодействия кислот канифоли с малеиновым ангидридом, протекающего по

принципу 1, 4 – присоединения (реакция Дальна-Альдера).

**Резинаты.** Резинаты – соли кислот канифоли. Наибольшее применение в лакокрасочной промышленности резинаты находят в качестве сиккативов. Кроме того, резинат кальция часто вводят в пленкообразующие на основе растительных масел с целью повышения их твердости. Для этой же цели используется и смешанный резинат кальция и цинка, который отличается от резината кальция повышенной влажостойкостью.

**Талловая канифоль** является побочным продуктом сульфат целлюлозного производства [1]. Её извлекают из сырого сульфатного мыла, отделяемого от черного щелока при сульфатной варке целлюлозы из хвойных пород древесины (сосны, ели, пихты, лиственницы). Смоляные кислоты во время варки окисляются. В процессе варки целлюлозы в черный щелок переходят жирные кислоты, их эфиры, а также продукты их окисления, которые сначала гидролизуются, а затем нейтрализуются с образованием натриевых солей жирных кислот.

Раствор смолистых веществ в черном щелоке представляет собой коллоидную систему. Под влиянием щелока натриевые соли смоляных и жирных кислот коагулируют и всплывают на поверхности щелока в виде легкого пенистого слоя. При выделении они увлекают нейтральные вещества и некоторую часть других компонентов черного щелока. В результате образуется сырое сульфатное мыло. При производстве тонны целлюлозы образуется 40 – 100 кг сырого сульфатного мыла, содержащего не менее 45 % смоляных и жирных кислот и не более 7 % минеральных веществ.

Сырое сульфатное мыло разлагают серной кислотой с выделением соответствующих свободных жирных и смоляных кислот. Сульфат и бисульфат натрия растворяются в воде, а смоляные и жирные кислоты и таловый пек.

Химический состав таловой канифоли отличается от состава живичной канифоли. Талловые канифоли содержат в 1,5 – 2,0 раза меньше левопимаровой и палюстровой кислот, почти в 5 раз меньше неабиетиновой и дигидроабиетиновой кислот и отличается повышенным содержанием дигидроабиетиновой (в 2,0 – 3,5 раза) и изопимаровой (в 1,5 – 2,0 раза), а также жирных кислот. В таловой канифоли, как и в живичной, содержится сопоставимое количество абиетиновой, пимаровой и санаракопимаровой кислот. Содержание нейтральных веществ в талловой канифоли достигает 7 – 16 %, в то время как в живичной сосновой канифоли на долю этих соединений приходится не более 2 – 4 % [2].

#### Методы исследований

Экспериментальные исследования проведены на беспородных белых мышках, крысах и кроликах породы Шиншилла. Содержание, питание, уход за животными и выведение из эксперимента проводили в соответствии с международными

требованиями [3, 4]. Токсические свойства МПК изучали в однократных экспериментах при введении вещества в желудок, ингаляционном воздействии и нанесении на неповрежденную кожу и слизистые оболочки глаз в соответствии с указаниями [5, 6, 7]. Результаты исследований обработаны статистически с использованием MS Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение**

Нами были проведены токсикологические исследования пяти продуктов МПК: 1) эфир глицериновый талловой канифоли, 2) пентанокс, 3) канифоль ТМФ, 4) канифоль талловая Д, 5) канифоль модифицированная кабельная КНМК для лакокрасочной, шинной и резинотехнической промышленности, производства электроизоляционных материалов (табл. 1).

Более подробный состав продукции канифоли модифицированной кабельной КНМК (ТУ 20.14.71-004-72595312-2023): 1) канифоль сосновая

(ГОСТ 19113) - 97 % массовой доли, 2) глицерин дистиллированный (ГОСТ 6824) - 3 %.

Исследованиями установлено, что по параметру острой токсичности при введении веществ желудок крыс все четыре продукта МПК относятся к IV классу малоопасных веществ и только 5 продукт к III классу умеренно опасных веществ (табл. 1). Введение МПК было проведено в виде масляной суспензии, растертых в тонкий порошок продуктов МПК перемешанной в виде взвеси в растительном подсолнечном масле и введены с помощью иглы-зонда в желудок экспериментальных животных (DL<sub>50</sub>). Для изучения токсичности талловой канифоли Д на лабораторных крысах были испытаны три дозы: 2000, 5200, и 8000 мг/кг. Среднесмертельная доза при внутрижелудочном введении вещества 5 (табл. 1) составило для белых крыс 4483±189 мг/кг (III класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76 [7]).

Таблица 1

**Результаты первичных токсикологических исследований МПК**

Продукт канифоли	Токсикологические исследования			
	Острая токсичность при введении в желудок (DL <sub>50</sub> ), мг/кг	Раздражающе-действие на кожные покровы, баллы	Раздражающе-действие на конъюнктиву глаза, баллы	Ингаляционная опасность, описание
1. Канифоль модифицированная кабельная КНМК	>5000, вещество малоопасное IV класс*	2, слабо раздражающее действие	2, слабо раздражающее действие	Выявлена, гибель животных не наблюдалась
2. Эфир глицериновый талловой канифоли	>5000, вещество малоопасное IV класс*	3, умеренно раздражающее действие	2, слабо раздражающее действие	Выявлена, гибель животных не наблюдалась
3. Пентанокс	>5000, вещество малоопасное IV класс*	3, умеренно раздражающее действие	2, слабо раздражающее действие	Выявлена, гибель животных не наблюдалась
4. Канифоль ТМФ	>5000, вещество малоопасное IV класс*	1, слабо раздражающее действие	2, слабо раздражающее действие	Выявлена, гибель животных не наблюдалась
5. Канифоль талловая Д	4483±189, вещество умеренно опасное III класс*	1, слабо раздражающее действие	2, слабо раздражающее действие	Выявлена, гибель животных не наблюдалась

\* - класс опасности вещества по ГОСТ 12.1.007-76 [7]

Местно-раздражающее действие вещества в нативных концентрациях изучалось на кроликах. Однократные аппликации веществ спиртовых вытяжек (т.к. канифоль растворима в органических растворителях и нерастворима в воде) на 4 часа – вызывали от слабой до выраженной эритемы, от слабо раздражающего до умеренного действие на кожу животных (табл. 1). По литературным данным [8] токсическое действие самой канифоли на человеке описывается, как вещество раздражающее кожные покровы, вызывая папулезные и пузырьково-папулезные высыпи. Описаны

массовые случаи - экзематированных дерматитов у работающих со смазкой ЛЗ-158, содержащей канифоль, вазелиновое масло, мыла, стабилизатор (фталоцианин меди). У трети работающих получены положительные кожные пробы на смазку и канифоль.

После внесения вещества в нативном виде ≈ 75 мкг (порошок МПК) в нижний конъюнктивный свод правого глаза кролика наблюдалось уже через первые минуты инъекции сосудов глаза, далее отек отсутствовал и выделения увлажнения глаз тоже. Дальнейшие наблюдения показали, что ≈

2 день все признаки раздражающего действия на глаз исчезали. По итогам исследований воздействия всех изученных модифицированных продуктов канифоли на слизистые оболочки глаз вызвало слабое раздражающее действие (2 балла).

Исследование ингаляционной опасности в насыщающих концентрациях средства в нативном виде растертых в тонкий порошок МПК, проводили на мышах, в герметичном эксикаторе при нормальной влажности (35 – 40 %) и температурном режиме (20 – 22 °С). Признаки интоксикации у мышей наблюдались, но все животные оставались живы и по поведению не отличались от контрольных животных в последующие 14 дней наблюдений. Подопытные группы животных состояли из 6-10 особей в зависимости от задач исследований.

#### **Заключение**

В исследованиях на крысах весом 220 – 240 г установлено, что МПК по параметру острой токсичности при введении в желудок согласно классификации ГОСТ 12.1.007-76 относятся к III-IV классу опасности. Ирритативное действия всех изученных веществ на слизистые оболочки глаз кроликов вызвал - слабое раздражающего действия. Оценка местного кожно-раздражающего действия/свойств веществ, выражалось от слабого до умеренного. В условиях ингаляционного воздействия в насыщающих концентрациях выявлены клинические проявления интоксикации с отсутствием гибели лабораторных животных.

#### **Список литературы**

1. Крылатов Ю.А., Страх А.К. Получение и особенности использования проклеивающих материалов на основе канифоли и её заменителей. М.:НИИТЭХИМ, 1981. 53 с. (Обзорная информация/Науч. - исслед. ин-т техн.-эконом. исслед. в хим. комплексе).

2. Флейшер В.Л., Черная Н.В. Модифицированная канифоль: получение, свойства и применение: монография. Минск: БГТУ, 2019. 305 с.

3. СП 2.2.1.3218-14 Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, оборудованию и содержанию экспериментально-биологических клиник (вивариев) // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора, 2015. Вып. 2(60). С. 2-14.

4. ГОСТ 33215-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организация процедур. М.: Стандартинформ, 2016. 13 с.

5. Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Методические указания. МУ 2163-80. М., 1980. 22 с.

6. Инструкция 1.1.11-12-35-2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ. Минск, 2004. 42 с.

7. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2007. 7 с.

8. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. В трех томах. Том II. Органические вещества / Под ред. проф. Н.В. Лазарева и д.м.н. Э.Н. Левиной. Л.: Химия, 1976. 624 с.

## Ежемесячный научный журнал

### Том 2 №99 / 2024

#### ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**Макаровский Денис Анатольевич**

AuthorID: 559173

Заведующий кафедрой организационного управления Института прикладного анализа поведения и психолого-социальных технологий, практикующий психолог, специалист в сфере управления образованием.

#### ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**Чукмаев Александр Иванович**

<https://orcid.org/0000-0002-4271-0305>

Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права. Астана, Казахстан

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

##### **Штерензон Вера Анатольевна**

AuthorID: 660374

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт новых материалов и технологий (Екатеринбург), кандидат технических наук

##### **Синьковский Антон Владимирович**

AuthorID: 806157

Московский государственный технологический университет "Станкин", кафедра информационной безопасности (Москва), кандидат технических наук

##### **Штерензон Владимир Александрович**

AuthorID: 762704

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт фундаментального образования, Кафедра теоретической механики (Екатеринбург), кандидат технических наук

##### **Зыков Сергей Арленович**

AuthorID: 9574

Институт физики металлов им. М.Н. Михеева УрО РАН, Отдел теоретической и математической физики, Лаборатория теории нелинейных явлений (Екатеринбург), кандидат физ-мат. наук

##### **Дронсейко Виталий Витальевич**

AuthorID: 1051220

Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Кафедра "Организация и безопасность движения" (Москва), кандидат технических наук

##### **Садовская Валентина Степановна**

AuthorID: 427133

Доктор педагогических наук, профессор, Заслуженный работник культуры РФ, академик Международной академии Высшей школы, почетный профессор Европейского Института PR (Париж), член Европейского издательского и экспертного совета IEERP.

##### **Ремизов Вячеслав Александрович**

AuthorID: 560445

Доктор культурологии, кандидат философских наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, академик Международной Академии информатизации, член Союза писателей РФ, лауреат государственной литературной премии им. Мамина-Сибиряка.

##### **Измайлова Марина Алексеевна**

AuthorID: 330964

Доктор экономических наук, профессор Департамента корпоративных финансов и корпоративного управления Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

##### **Гайдар Карина Марленовна**

AuthorID: 293512

Доктор психологических наук, доцент. Член Российского психологического общества.

##### **Слободчиков Илья Михайлович**

AuthorID: 573434

Профессор, доктор психологических наук, кандидат педагогических наук.

Член-корреспондент Российской академии естественных наук.

**Подольская Татьяна Афанасьевна**

AuthorID: 410791

Профессор факультета психологии Гуманитарно-прогностического института. Доктор психологических наук. Профессор.

**Пряжникова Елена Юрьевна**

AuthorID: 416259

Преподаватель, профессор кафедры теории и практика управления факультета государственного и муниципального управления, профессор кафедры психологии и педагогики дистанционного обучения факультета дистанционного обучения ФБОУ ВО МГППУ

**Набойченко Евгения Сергеевна**

AuthorID: 391572

Доктор психологических наук, кандидат педагогических наук, профессор. Главный внештатный специалист по медицинской психологии Министерства здравоохранения Свердловской области.

**Козлова Наталья Владимировна**

AuthorID: 193376

Профессор на кафедре гражданского права юридического факультета МГУ

**Крушельницкая Ольга Борисовна**

AuthorID: 357563

кандидат психологических наук, доцент, заведующая кафедрой теоретических основ социальной психологии. Московский государственный областной университет.

**Артамонова Алла Анатольевна**

AuthorID: 681244

кандидат психологических наук, Российский государственный социальный университет, филиал Российского государственного социального университета в г. Тольятти.

**Таранова Ольга Владимировна**

AuthorID: 1065577

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Уральский гуманитарный институт, Департамент гуманитарного образования студентов инженерно-технических направлений, Кафедра управление персоналом и психологии (Екатеринбург)

**Ряшина Вера Викторовна**

AuthorID: 425693

Институт изучения детства, семьи и воспитания РАО, лаборатория

профессионального развития педагогов (Москва)

**Гусова Альбина Дударбековна**

AuthorID: 596021

Заведующая кафедрой психологии. Доцент кафедры психологии, кандидат психологических наук Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, психолого-педагогический факультет (Владикавказ).

**Минаев Валерий Владимирович**

AuthorID: 493205

Российский государственный гуманитарный университет, кафедра мировой политики и международных отношений (общеуниверситетская) (Москва), доктор экономических наук

**Попков Сергей Юрьевич**

AuthorID: 750081

Всероссийский научно-исследовательский институт труда, Научно-исследовательский институт труда и социального страхования (Москва), доктор экономических наук

**Тимофеев Станислав Владимирович**

AuthorID: 450767

Российский государственный гуманитарный университет, юридический факультет, кафедра финансового права (Москва), доктор юридических наук

**Васильев Кирилл Андреевич**

AuthorID: 1095059

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Инженерно-строительный институт (Санкт-Петербург), кандидат экономических наук

**Солянкина Любовь Николаевна**

AuthorID: 652471

Российский государственный гуманитарный университет (Москва), кандидат экономических наук

**Карпенко Юрий Дмитриевич**

AuthorID: 338912

Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью ФМБА, Лаборатория экологической оценки отходов (Москва), доктор биологических наук.

**Малаховский Владимир Владимирович**

AuthorID: 666188

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Факультеты, Факультет послевузовского профессионального образования врачей,

кафедра нелекарственных методов терапии и клинической физиологии (Москва), доктор медицинских наук.

**Ильясов Олег Рашитович**

AuthorID: 331592

Уральский государственный университет путей сообщения, кафедра техносферной безопасности (Екатеринбург), доктор биологических наук

**Косс Виктор Викторович**

AuthorID: 563195

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, НИИ спортивной медицины (Москва), кандидат медицинских наук.

**Калинина Марина Анатольевна**

AuthorID: 666558

Научный центр психического здоровья, Отдел по изучению психической патологии раннего детского возраста (Москва), кандидат медицинских наук.

**Сырочкина Мария Александровна**

AuthorID: 772151

Пфайзер, вакцины медицинский отдел (Екатеринбург), кандидат медицинских наук

**Шукшина Людмила Викторовна**

AuthorID: 484309

Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, Головной вуз: РЭУ им. Г.В. Плеханова, Центр гуманитарной подготовки, Кафедра психологии (Москва), доктор философских наук

**Оленев Святослав Михайлович**

AuthorID: 400037

Московская государственная академия хореографии, кафедра гуманитарных, социально-экономических дисциплин и менеджмента исполнительских искусств (Москва), доктор философских наук.

**Терентий Ливиу Михайлович**

AuthorID: 449829

Московская международная академия, ректорат (Москва), доктор филологических наук

**Шкаренков Павел Петрович**

AuthorID: 482473

Российский государственный гуманитарный университет (Москва), доктор исторических наук

**Шалагина Елена Владимировна**

AuthorID: 476878

Уральский государственный педагогический университет, кафедра теоретической и прикладной социологии (Екатеринбург), кандидат социологических наук

**Франц Светлана Викторовна**

AuthorID: 462855

Московская государственная академия хореографии, научно-методический отдел (Москва), кандидат философских наук

**Франц Валерия Андреевна**

AuthorID: 767545

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Институт государственного управления и предпринимательства (Екатеринбург), кандидат философских наук

**Глазунов Николай Геннадьевич**

AuthorID: 297931

Самарский государственный социально-педагогический университет, кафедра философии, истории и теории мировой культуры (Москва), кандидат философских наук

**Романова Илона Евгеньевна**

AuthorID: 422218

Гуманитарный университет, факультет социальной психологии (Екатеринбург), кандидат философских наук

**Ответственный редактор**  
Чукмаев Александр Иванович  
Доктор юридических наук, профессор кафедры уголовного права.  
(Астана, Казахстан)

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

Адрес редакции:

198320, Санкт-Петербург, Город Красное Село, ул. Геологическая,  
д. 44, к. 1, литера А

**Адрес электронной почты:** [info@national-science.ru](mailto:info@national-science.ru)

**Адрес веб-сайта:** <http://national-science.ru/>

Учредитель и издатель ООО «Логика+»

Тираж 1000 экз.

Отпечатано в типографии 620144, г. Екатеринбург,  
улица Народной Воли, 2, оф. 44

**Художник:** Венерская Виктория Александровна

**Верстка:** Коржев Арсений Петрович

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций.