

Danish Scientific Journal

Nº77 2023



Nº77/2023

ISSN 3375-2389

**Vol.1**

The journal publishes materials on the most significant issues of our time.

Articles sent for publication can be written in any language, as independent experts in different scientific and linguistic areas are involved.

The international scientific journal "Danish Scientific Journal" is focused on the international audience.

Authors living in different countries have an opportunity to exchange knowledge and experience.

The main objective of the journal is the connection between science and society.

Scientists in different areas of activity have an opportunity to publish their materials.

Publishing a scientific article in the journal is your chance to contribute invaluable to the development of science.

Editor in chief – Lene Larsen, Københavns Universitet

Secretary – Sofie Atting

- Charlotte Caspansen – Syddansk Erhvervsakademi, Denmark
- Rasmus Jørgensen – University of Southern Denmark, Denmark
- Claus Jensen – Københavns Universitet, Denmark
- Benjamin Hove – Uddannelsescenter Holstebro, Denmark
- William Witten – Iowa State University, USA
- Samuel Taylor – Florida State University, USA
- Anie Ludwig – Universität Mannheim, Germany
- Javier Neziraj – Universidade da Coruña, Spain
- Andreas Böhler – Harstad University College, Norway
- Line Haslum – Sodertorns University College, Sweden
- Daehoy Park – Chung Ang University, South Korea
- Mohit Gupta – University of Calcutta, India
- Vojtech Hanus – Polytechnic College in Jihlava, Czech Republic
- Agnieszka Wyszynska – Szczecin University, Poland

Also in the work of the editorial board are involved independent experts

1000 copies

Danish Scientific Journal (DSJ)  
Istedgade 104 1650 København V Denmark  
email: publishing@danish-journal.com  
site: <http://www.danish-journal.com>

# **CONTENT**

## **ARTS**

**Amirova E., Imanova U.**

ABOUT THE MUSICAL DRAMATURGY OF AZERBAIJANI  
BALLETS ..... 4

## **BIOLOGICAL SCIENCES**

**Tsygankova V., Andreev A., Andrusevich Ya.,  
Kopich V., Pilyo S., Klyuchko S., Brovarets V.**  
SYNERGISTIC EFFECT OF SYNTHETIC PLANT GROWTH  
REGULATORS AND MICROFERTILIZERS ON THE  
GROWTH OF CANOLA (*BRASSICA NAPUS L.*) ..... 8

## **CHEMICAL SCIENCES**

**Artiukh I., Konnov D.**  
PRODUCTION OF HYDROGEN BY PHOTOCATALYTIC  
ORGANIC SUBSTANCE DECOMPOSITION USING  
CHROMIUM-CONTAINING CERAMET COMPOSITES  
UNDER THE UV AND VISIBLE IRRADIATION ..... 13

**Ahmedova C.**

STUDY OF CHEMICAL INTERACTION AND GLASS  
FORMATION IN THE  $\text{As}_2\text{Se}_3\text{-TiGaS}_2$  SYSTEM ..... 18

## **HISTORICAL SCIENCES**

**Pyvovarov S.**  
FINDINGS OF BLADE WEAPONS AND ITS ELEMENTS  
ON THE FOREST IN THE ZELENA LYPA IN MIDDLE  
TRANSNISTRIA ..... 23

**Makhmudov I. Mustafayeva S.**

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF INHALATION  
THERAPY FOR OBSTRUCTIVE SYNDROME ARISING  
FROM A BACKGROUND OF ACUTE RESPIRATORY  
INFECTIONS IN CHILDREN ..... 32

## **MEDICAL SCIENCES**

**Nasrullayeva G., Mollayeva N.,  
Mammadova V., Namazova B.**  
PRIMARY IMMUNE DEFICIENCY IN PATIENTS WITH  
MEFV GENE MUTATION ..... 35

**Skvortsov A., Khabibyanov R., Maleev M.**

TREATMENT OF KNEE JOINT DEFORMITIES IN  
CHILDREN ..... 47

**Mashkunova O., Yermolayeva V.**  
UVEITIS IN SYSTEMIC DISEASES. LITERATURE  
REVIEW ..... 41

**Stolyarenko P.**

PAGES OF THE HISTORY OF GENERAL ANESTHESIA.  
PART 3 ..... 50

## **PEDAGOGICAL SCIENCES**

**Shertayeva N., Amirbekova E.,  
Anlamasova S., Aymetova S.**  
THE USE OF ELECTRONIC RESOURCES FOR  
INDEPENDENT WORK OF STUDENTS IN THE STUDY OF  
CHEMISTRY ..... 69

## **PHARMACEUTICALS**

**Botirov R., Azamatov A.,  
Akhmadjonov K., Khalilov R.**  
EXTRACTION PROCESS AND ACUTE TOXICITY OF A  
SUBSTANCE BASED ON BIOLOGICALLY ACTIVE  
POLYSACCHARIDES FROM THE ROOT OF *CAPPARIS  
SPINOSA* ..... 77

## **PHILOLOGICAL SCIENCES**

**Babayev J.**  
SIGNIFICANCE OF LANGUAGE SKILLS AND LANGUAGE  
ASPECTS IN SIGHT TRANSLATION ..... 84

## **PHYSICAL SCIENCES**

- Antonov A.*  
CORRECTED VERSION OF THE SPECIAL THEORY OF  
RELATIVITY ..... 88

## **PSYCHOLOGICAL SCIENCES**

- Rusanovschi V.*  
SOCIAL REPRESENTATION OF MASCULINE BEAUTY ..98

## **SOCIAL SCIENCES**

- Vida Vilić*  
INFORMATION SOCIETY AND INFORMATION  
SECURITY IN THE REPUBLIC OF SERBIA FOR 2021-  
2026 ..... 103

- Semashko A., Korotkevich L.*  
MARKETING ANALYSIS OF LEISURE ACTIVITIES OF  
BNTU STUDENTS ..... 107

## **TECHNICAL SCIENCES**

- Bagirov B., Rzayeva R.*  
ANALYSIS OF THE MOVEMENT OF GRAIN MATERIALS  
BY THE METHOD OF FREE FEED FROM HOPPER K OF  
THE KNIFE GRINDER ..... 114

- Atanasova V., Stojanoska M.*  
PRIVATE TRANSPORT PLANNING FOR A SMALL CITY  
USING PTV VISION VISUM SOFTWARE ..... 120

**ABOUT THE MUSICAL DRAMATURGY OF AZERBAIJANI BALLET****Amirova E.,***U. Dissertation student of BMA named after Hajibeyli***Imanova U.***Scientific supervisor**Honored teacher, doctor of philosophy in art studies, professor***О МУЗЫКАЛЬНОЙ ДРАМАТУРГИИ АЗЕРБАЙДЖАНСКИХ БАЛЕТОВ****Амирова Е.***Диссертант БМА имени Гаджисебели***Иманова Ю.***Научный руководитель**Заслуженный педагог, доктор философии искусствоведения, профессор*<https://doi.org/10.5281/zenodo.10053299>**Abstract**

This article discusses some aspects of the musical dramaturgy of Azerbaijani composers. It is emphasized that, along with the individual style, the ballets clearly rely on the national characteristics of the musical language and form. Some features of musical dramaturgy are shown in the ballets of Azerbaijani composers of the second half of the XX century and modern ballets created at the beginning of the XXI century. It is noted that the stylistic processes that took place in the context of ballet music were various. Accordingly, musical dramaturgy had an individual embodiment.

**Annotation**

В данной статье рассматриваются некоторые аспекты музыкальной драматургии азербайджанских композиторов. Подчеркивается, что наряду с индивидуальным стилем, в балетах ясно прослушивается опора на национальные особенности музыкального языка и формы. Показаны некоторые особенности музыкальной драматургии в балетах азербайджанских композиторов второй половины XX века и современных балетов, созданных в начале XXI века. Отличается, что стилевые процессы, которые шли в контексте музыки балетов были разнообразны. Соответственно и музыкальная драматургия имела индивидуальное воплощение.

**Keywords:** ballet, theater, choreography, art, creativity, composer.**Ключевые слова:** балет, театр, хореография, искусство, творчество, композитор.

XX век был насыщен достижениями азербайджанской музыкальной культуры мирового уровня. Среди произведений азербайджанских композиторов, получивших статус высокого профессионализма были и балеты азербайджанских композиторов. В течении XX века искусство балета прошло путь от зарождения до его расцвета.

Азербайджанский балет сконцентрировал в себе лучшие стилистические черты азербайджанских композиторов XX века. К балетному жанру обращались такие выдающиеся композиторы Азербайджана как Афрасияб Бадалбейли, Кара Караев, Фикрет Амиров, Ариф Меликов, Акшин Ализаде. В балетном творчестве азербайджанских композиторов второй половины XX века отразились стилистические тенденции композиторской школы Азербайджана того периода. Иначе говоря, в балетах были выражены яркие черты стиля азербайджанской композиторской школы.

Отметим сложность, и в то же время, целенаправленность стилистических поисков в балетном искусстве Азербайджане. Искусство балета как искусство визуальное, требовало соответствующего

эстетического воплощения. В основе его лежало утверждение Красоты, Духовности, Гармонии, гуманистической направленности, приоритеты этических ценностей.

В балетах азербайджанских композиторов, безусловно, отразились индивидуальные черты стиля каждого композитора – и Афрасияба Бадалбейли, и Кара Караева, и Фикрета Амирова, и Арифа Меликова, Акшина Ализаде. Вместе с тем, подчеркнем, что в их основе лежит опора на национальные особенности музыкального языка и формы.

В развитии азербайджанского балета, в процессах эволюции стиля преемственным явлением стали преемственные связи между всеми его историческими этапами, несмотря на различные тематики.

Так, легенда о Девичьей башне получила воплощение в балете А.Бадалбейли «Девичья башня», высокая духовность творений Низами Гянджеви в балетах К.Караева «Семь красавиц», Ф.Амирова «Низами». Актуальные темы нравственного, социального характера в балете Кара Караева «Тропою

грома», исторические события – в балете Акшина Ализаде «Бабек».

Во второй половине XX века стиль балетов азербайджанских композиторов приобрёл значение, я бы сказала, феномена азербайджанской художественной культуры. Целостность стиля азербайджанских балетов проявила себя во всех балетах, созданных в XX веке. Более того, рождение искусства балета в азербайджанской художественной культуре означало и качественно новый период в профессиональной музыке.

Как важную черту стиля, сформировавшуюся в художественной системе балетов азербайджанских композиторов назовем музыкальную драматургию балетов, которая определяется, прежде всего, замыслом композитора, сюжетом, образной системой, национальной музыкальной семантикой. Драматургия балетов азербайджанских композиторов базируется на целостности азербайджанской музыкальной культуры, национальных особенностях художественной культуры.

Стилистические процессы, идущие в азербайджанском музыкальном искусстве отражались и в произведениях хореографического искусства, в музыкальной драматургии азербайджанских балетов, которые следует рассматривать и в аспекте комплексного изучения художественного творчества, поскольку особенности музыкальной драматургии азербайджанских балетов тесно связаны и с историческим контекстом, и с целым рядом культурных, этических явлений. Речь идёт о взаимодействии важных процессов, непосредственно влияющих на композиторское творчество. Те или иные изменения художественных векторов были связаны с мировоззрением, эстетическими установками, социальным контекстом и т.д.

Наряду с яркой индивидуальностью представителей азербайджанской композиторской школы отметим и общие черты стиля, замыслов, подходов. Так, общими качествами музыкальной драматургии балетов А.Бадалбейли, К.Караева, Ф.Амирова, А.Меликова, А.Ализаде является, прежде всего, ясность, структурная оформленность тематизма, активность, динамичность формообразующих процессов выразительность драматургии, органическая связь задачи и её исполнения, направленность на слушателя, создание гармоничных связей, контактов с слушательской аудиторией.

Азербайджанские композиторы второй половины XX века стремились осмысливать мировоззренческие принципы своего творчества. Так, Кара Караве в своем выступлении по проблемам музыкального образования в Италии в 1976 году говорил о том, что характерной общей чертой композиторов «является опора на национальную, народную почву, на богатейший музыкальный фольклор, имеющий свою многовековую историю... Авторы обращаются в глубь веков, ищут истоки фольклора, восстанавливают старинные напевы, то есть ищут коренные признаки и особенности своей музыкальной природы» [1, с.23]. В данной цитате отражено понимание того, что яркая индивидуаль-

ность азербайджанских композиторов, проявляемая в азербайджанских балетах, имеет и другую свою сторону. А именно, общие черты стиля, относящиеся к особенностям азербайджанской школы. Менялась стилистика в контексте развития азербайджанской профессиональной музыки, однако сохранялись те особенности, которые были свойственны национальному музыкальному стилю, отличающие азербайджанскую композиторскую школу. Именно поэтому, разнообразие интерпретаций основной идеи азербайджанских балетов второй половины ХХ века, индивидуальность композитора, позволяет обобщить черты музыкальной драматургии балетов второй половины ХХ века.

Целенаправленность, гармоничность драматургии является определяющей в балетах азербайджанских композиторов, цельность музыкальной драматургии, подчинённость всех уровней структуры произведения одной художественной идеи. В этом смысле, художественный замысел балетов отражался в музыкальной драматургии, которая отчетливо ориентирована слушателя. Поскольку раскрытие образов опирается на целостность драматургии, музыкальная драматургия, как комплекс связей в контексте балетного спектакля, приобретает значение системообразующего фактора, ибо необходимость драматургической точности сюжетных акцентов является ориентиром, направляющим музыкальное произведение на слушателя. Расстановка драматургических акцентов, динамика развития, процессуальность, образные взаимосвязи составляют основу балетов. Именно поэтому, в балетах азербайджанских композиторов музыкальная драматургия как образная и, в том числе, визуальная реализация произведения имеет особое значение. Закономерно, что принципы менялись в зависимости от стиля композитора, исторических изменений в культуре, художественном творчестве. Однако целостность и единство музыкальной драматургии как основные категории сохраняются во всех балетах. Вместе с тем, индивидуальность замысла и его воплощения в каждом балетном спектакле отличаются друг от друга, ибо музыкальная драматургия азербайджанских балетов имеет определённые смысловые корреляции, обусловленные сюжетом, идеей произведений.

Универсалии музыкальной драматургии азербайджанских балетов опираются на следующие категории:

1. Усложнение содержательной системы;
2. Симфонизация драматургии;
3. Яркая образная контрастность.

Образы азербайджанских балетов второй половины ХХ века обладают огромной духовной энергией. Эти образы явились константными векторами музыкальной драматургии. Важно подчеркнуть их типологичность, с одной стороны, трансформации в контексте драматургии балетов, с другой стороны. Такие образы азербайджанских балетов как Айша, Бахрам, Фархад, Ширин, Бабек – это смыслообразы, определившие особенности драматургии азербайджанских балетов.

Эти образы являются символами национальной духовности и диктуют доминирование тех или иных особенностей драматургии. Музыкальная драматургия азербайджанских балетов отличается гомогенностью. При всём различии стиля каждого композитора балеты объединяет, я бы сказала, менталитет азербайджанской композиторской школы, отразившийся в каждом балете. Именно поэтому, можно сказать, что ведущим вектором балетов азербайджанских композиторов является национальная культура. Балеты азербайджанских композиторов отличает яркая национальная самобытность. При этом подчеркнём синтез национально ярких детерминантов музыкального языка со стилистикой современного композиторского письма.

Анализ драматургических линий образов балетов второй половины XX века свидетельствует об идентификациях в трактовке сюжета. Музыкальный язык векторных номеров балета, связанных с характеристикой главных героев балетов наряду с индивидуальностью стиля каждого композитора, свидетельствует и об общих чертах. Приведу следующий пример.

Содержательность азербайджанских балетов отличается единством эстетических и этических установок. Одной из важных черт стиля азербайджанского балета второй половине XX века является его романтическая природа. Романтизм как стиль, романтизм как художественное мировоззрение отражал в балетах многомерность внутреннего мира человека, художественное воображение, знание скрытой природы видимого мира – все это воплотилось в музыкальной драматургии балетов азербайджанских композиторов. Их отличает такая стилистическая тенденция как синтез классического и романтического балета, точнее, классической визуальной формы и романтического содержания. Драматургия балетов второй половине XX века позиционировала на идеях духовных ценностей, гуманистических идеалах. Отсюда, противополагание драматургических пластов, олицетворяющих добро и зло.

Надо сказать, что исследователи хореографического искусства подчеркивали важные художественные тенденции второй половине XX века. Среди них как ведущий ориентир представлен романтизм. Последнее связывалось «со стремлением к познанию духовного мира современного человека, с поисками нравственной опоры, воплощаемой в одухотворенных образах рождаемых творческим воображением» [2, с.11].

Безусловно, что стилевые процессы, которые шли в контексте музыки балетов азербайджанских композиторов были разнообразны. Однако, вместе с тем, при всей многомерности понимания стиля, существовало определённое стилевое единство, выражаемое и в содержательных параметрах.

В драматургии балетов выделяются ведущие линии развития. Именно на их базе выстраивается концепционная целостность драматургии балета. Отметим как общую черту балетов азербайджанских композиторов XX века событийную насыщенность драматургии.

Приведу цитату, которая характеризует содержательность балетов азербайджанских композиторов во второй половине XX века: «...высокое эмоциональное напряжение, резкость обозначения трагических кульминаций, психологическая интенсивность и глубина в оценке исхода конфликтных столкновений, направлены на утверждение идеала прекрасного, возвышающего человека над страданием, злом, стихией, смертью, подтверждающего его нравственную победу» [3, с.269].

Стиль азербайджанских балетов прошёл определённый путь развития. Вместе с тем, подчеркнём, что первый же балет представил собой современный профессиональный образец особой композиторской школы. Стилистические трансформации в азербайджанском балете были связаны с новыми идеями, с поиском новых форм и художественных замыслов. И, наконец, современные балеты начало XXI века отличало использование новых выразительных средств и возможностей в искусстве балета.

В XXI веке решающую роль приобрели историко-социальные, политические перемены. Приобретение Азербайджаном независимости послужило мощным стимулом развития культуры и искусства Азербайджана, развитию всех сторон художественной деятельности. Безусловно, бережно хранимый опыт художественного творчества послужил опорой, базой новых тенденций профессиональной музыки. Последние были обусловлены желанием азербайджанских композиторов соответствовать изменившемся запросам современного социума. Современный музыкальный театр отличает и отвлечённость образов и его конкретику. В этом смысле подчеркнём психологизацию балета, новые приёмы хореографии, многообразие методов воплощения образов индивидуальный характер образов и т. далее.

С приобретением независимости в начале XXI века закономерно в театральном искусстве появились новые темы, запросы, требования времени. Подчеркнём что, в современном азербайджанском балете было очевидно стремление сохранить лучшие достижения балетов азербайджанских композиторов.

В отличие от чёткой цезурированности музыки классических балетов азербайджанских композиторов, музыка современных балетов при всей их связности со спецификой балетных номеров, отличается, я бы сказала, спонтанностью продвижения, энергетикой свободного потока музыки. Музыкальная драматургия балетов отличается своей динамикой. А именно, опорой на широкий разворот музыкальной энергии. При всей конструктивной ясности современных балетов, превалирует имманентность драматургии как потока музыкального сознания.

Важным показательным вектором музыкальной драматургии балетов азербайджанских композиторов является система коррелирования современного композиторского письма и значимых черт национального музыкального стиля. Так, если содержательный смысл музыкального языка азербайджанских композиторов

джанской музыки адекватен образным характеристикам в балетах азербайджанских композиторов второй половины XX века, то в современных балетах происходит пересемантизация языка. Вместе с тем, и в последних следует уточнять, выявлять, констатировать важные лексемы азербайджанской народной музыкальной речи, ибо национальный музыкальный язык выступает своего рода гарантом узнаваемости национальной состоятельности. Надо сказать, что в балетах азербайджанских композиторов начала ХХI века данный факт ставился во главу угла.

Музыкальная драматургия современных азербайджанских балетов, например, «Вальс надежды» Акшина Ализаде, «Любовь и смерть» Полада Бюльбюльоглы, «Саялы» Эльнары Дадашевой и другие отличает единство динамического разворота сюжета и его драматургические константы, которые опираются на национальные особенности миропредставления и отражены в концепции балетов. Эстетика Востока и Запада как художественная содержательность балетов заключена в музыкальной драматургии азербайджанских балетов. Такого рода многовекторность сосредоточена в макрокосме национальной культуры.

Исследование музыкальной драматургии определяет и аргументирует важные черты стиля современных балетов азербайджанских композиторов. Отметим в образную систему балетов, которые имеют яркие вехи развития, связанные с той или иной характеристикой персонажей. Исследователь Х.Кашкай пишет: «Балетный жанр предъявляет особые требования драматургии, где на первом плане – выражение эмоций, через которые приходит понимание объективных моментов бытия, создается возможность сделать более глубокие философские обобщения» [4, с. 68].

На наш взгляд, художественные представления как память национальной культуры стали маркерами особенностей музыкальной драматургии

азербайджанских балетов. Так, архетипы как символы прообразов азербайджанской культуры играют значительную роль в драматургии азербайджанских балетов. Универсальные образцы духовной культуры Азербайджана получили в музыкальной драматургии азербайджанских балетов мотивированное сюжетом воплощение. Последнее подтверждает то, что целостность стиля азербайджанской композиторской школы определяется, прежде всего, опорой на национальные особенности азербайджанской музыки. Отметим значимость и устойчивость воспроизведения таких ярких черт стиля содержания азербайджанской музыки как высокая духовность, этические приоритеты.

Стиль каждого композитора складывался в историко-культурном контексте и отражал определенные закономерности развития азербайджанской музыки. Исследование музыкальной драматургии балетов азербайджанских композиторов на протяжении истории существования данного вида искусства, отражает и развитие азербайджанской композиторской школы в целом.

#### **Список литературы:**

1. Кара Караев. Статьи. Письма. Высказывания. Москва, Советский композитор, 1978, 461 с.
2. Косачева Р. О музыке зарубежного балета. Опыт исследования. Москва, Музыка, 1984, 298 с.
3. Карагичева Л. Симфонические гравюры «Дон Кихот» (Об одном аспекте трагического у Карабаева). В кн. Кара Караев. Статьи. Письма. Высказывания. Москва, Советский композитор, 1978, с. 266-314.
4. Кашкай Х. Азербайджанский балетный театр. Вопросы музыкальной драматургии. Москва, Советский композитор, 1987, 125 с.

# BIOLOGICAL SCIENCES

## SYNERGISTIC EFFECT OF SYNTHETIC PLANT GROWTH REGULATORS AND MICROFERTILIZERS ON THE GROWTH OF CANOLA (*BRASSICA NAPUS L.*)

Tsygankova V.,  
Andreev A.,  
Andrusevich Ya.,  
Kopich V.,  
Pilyo S.,  
Klyuchko S.,  
Brovarets V.

Department for Chemistry of Bioactive Nitrogen-Containing Heterocyclic Compounds, V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, National Academy of Sciences of Ukraine  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10053315>

### Abstract

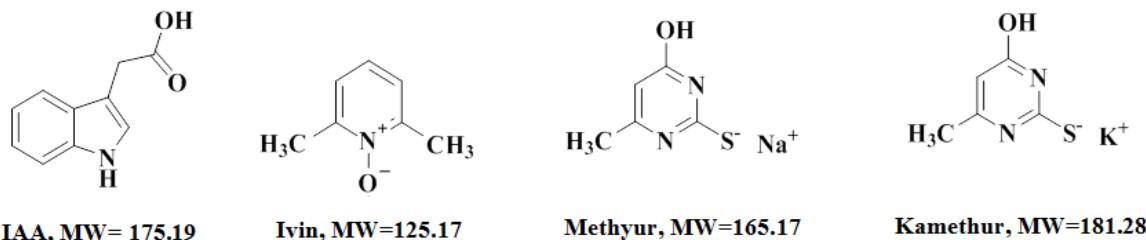
Synergistic effect of new plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus on the growth of shoots and roots of winter canola (*Brassica napus L.*) cultivar Sherpa was studied. Auxin IAA served as a standard for studying plant growth regulating activity. The highest rates of growth of shoots and roots of canola plants were obtained when the seeds were treated with plant growth regulators Methyur and Kamethur, or microfertilizers Rostock extra and Radix Tim forte plus, or a complex of plant growth regulators with microfertilizers: Ivin+Rostok extra, Ivin+Radix Tim forte plus, Methyur+Rostok extra, Methyur+Radix Tim forte plus, Kamethur+Rostok extra, Kamethur+Radix Tim forte plus. The plant growth regulating activity of Ivin Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus was similar or higher than that of auxin IAA. It was concluded that the synergistic effect of plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus on improving the growth of shoots and roots of canola plants is due to their auxin-like effect on the activation of processes of elongation, division and differentiation of plant cells, formation and growth of plant tissues and organs, as well as improvement of metabolic processes in plant cells.

**Keywords:** *Brassica napus L.*, IAA, Ivin, Methyur, Kamethur, Rostok Extra, Radix Tim forte plus.

**Introduction.** Improving the growth and increasing the yield of an important oil and biofuel crop - canola (*Brassica napus L.*) while reducing the use of environmentally toxic pesticides is an urgent task of modern agriculture [1]. In recent years, considerable attention has been paid to the development of new environmentally friendly plant growth regulators based on synthetic low molecular weight heterocyclic compounds, pyridine and pyrimidine derivatives [1 - 4]. The new plant growth regulators based on synthetic compounds, derivatives of N-oxide-2,6-dimethylpyridine (Ivin), 6-methyl-2-mercapto-4-hydroxypyrimidine sodium and potassium salts (Methyur and Kamethur), were developed at the V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry, of the NAS of Ukraine. Our previous studies have shown that the use of these plant growth regulators based on synthetic compounds, pyridine and pyrimidine derivatives, separately or in a complex with microfertilizers, improves the growth of grains, legumes and industrial crops, increases their productivity and their adaptive properties to stress factors of abiotic and biotic nature [5 - 9]. Thanks to the use of plant growth regulators based on synthetic compounds, pyridine and pyrimidine derivatives and their complex with microfertilizers, it will be possible to reduce the use of environmentally toxic pesticides for plant protection and improve the ecological condition of the entire agricultural system. Based on the data from our previous studies, the purpose of this work is to study the regulatory effect of plant growth regulators

Ivin, Methyur, Kamethur, used separately or in a combination with Rostock Extra and Radix Tim Forte Plus fertilizers, on the growth of shoots and roots of winter canola (*Brassica napus L.*) cv. Sherpa.

**Materials and methods.** The regulatory effect of synthetic plant growth regulators Ivin (N-oxide-2,6-dimethylpyridine), Methyur (sodium salt of 6-methyl-2-mercapto-4-hydroxypyrimidine) and Kamethur (potassium salt of 6-methyl-2-mercapto-4-hydroxypyrimidine), which were used separately or in a complex with microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus on the growth of shoots and roots of winter canola (*Brassica napus L.*) cv. Sherpa has been studied. The compositions of the microfertilizers Rostok Extra produced by the LLC "Ukrainian Agrarian Resource" company and Radix Tim forte plus produced by the "For-crop" Company (Spain) and recommendations for their practical use are presented in our previously published work [7]. Plant growth regulators Ivin, Methyur and Kamethur were synthesized in the Department for Chemistry of Bioactive Nitrogen-Containing Heterocyclic Compounds, V.P. Kukhar Institute of Bioorganic Chemistry and Petrochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine. The plant growth regulating activity of the Ivin, Methyur and Kamethur, microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus, which were used separately or in a complex, was compared with the activity of auxin IAA (1*H*-Indol-3-yl)acetic acid) manufactured by Sigma-Aldrich, USA (Fig. 1).



**Figure 1.** Chemical structure and relative molecular mass of IAA, Ivin, Methyur and Kamethur.

To study the regulatory effect of synthetic plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and micro-fertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus on growth of winter canola (*Brassica napus* L.) cv. Sherpa, seeds were treated with microfertilizers Rostok Extra at a concentration of 100 ml per 1 liter of distilled water or Radix Tim forte plus at a concentration of 50 ml per 1 liter of distilled water, or each of the plant growth regulators: Ivin, Methyur, or Kamethur at a concentration of 10<sup>-7</sup>M per 1 liter of distilled water, or a complex of each of the plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur with microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus used in the above mentioned concentrations. The treated seeds were placed in a thermostat for germination in the dark at a temperature 20-22°C for 48 hours. After this procedure, germinated canola seeds were placed in a climatic chamber, where canola seedlings were grown in a light/dark regime of 16/8 hours, at a temperature of 20-22 °C, a light intensity of 3000 lux and an air humidity of 60-80 %. The

growth parameters of canola plants (average length of shoots and roots (cm), and average biomass of 10 plants (g)) were measured on the 14th day according to the method [10]. Statistical processing of the data of the experiments performed in three replications was carried out according to the Student's-t variance test with a significance level of P≤0.05; the values are average ± SD.

**Results and Discussion.** The study of growth parameters of winter canola (*Brassica napus* L.) cv. Sherpa proved a positive effect on these parameters of synthetic plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus, which were used separately or in a complex for the treatment of canola seeds (Fig. 2). The plant growth regulating activity of the Ivin, Methyur and Kamethur, microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus, which were used separately or in complexes, was similar to the auxin IAA (Fig. 2).

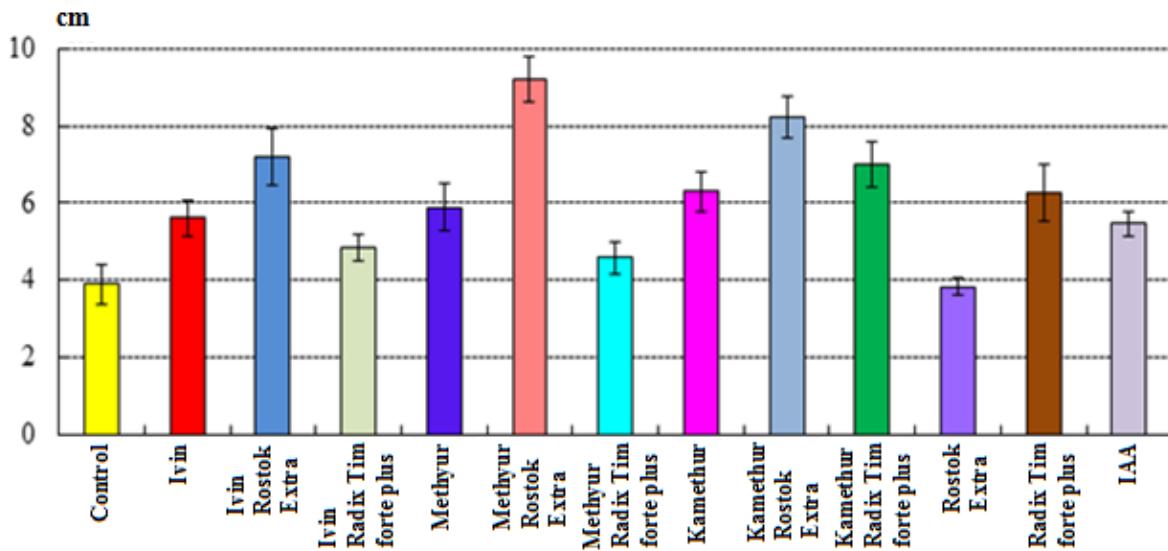


**Figure 2.** The regulatory effect of auxin IAA, synthetic plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus, which were used separately or in a complex, on the growth of shoots and roots of 14-day-old winter canola (*Brassica napus* L.) cv. Sherpa, compared to the control plants

Statistical analysis of growth parameters of 14-day-old winter canola (*Brassica napus* L.) cv. Sherpa showed that the parameters of shoots and roots of winter canola treated with synthetic plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus, which were used separately or in a complex, exceeded the growth parameters of control plants.

The average length of shoots (cm) increased both with the separate use of microfertilizer Radix Tim forte plus - by 60.71%, and with the separate use of plant growth regulators: Ivin - by 44%, Methyur - by 51.43

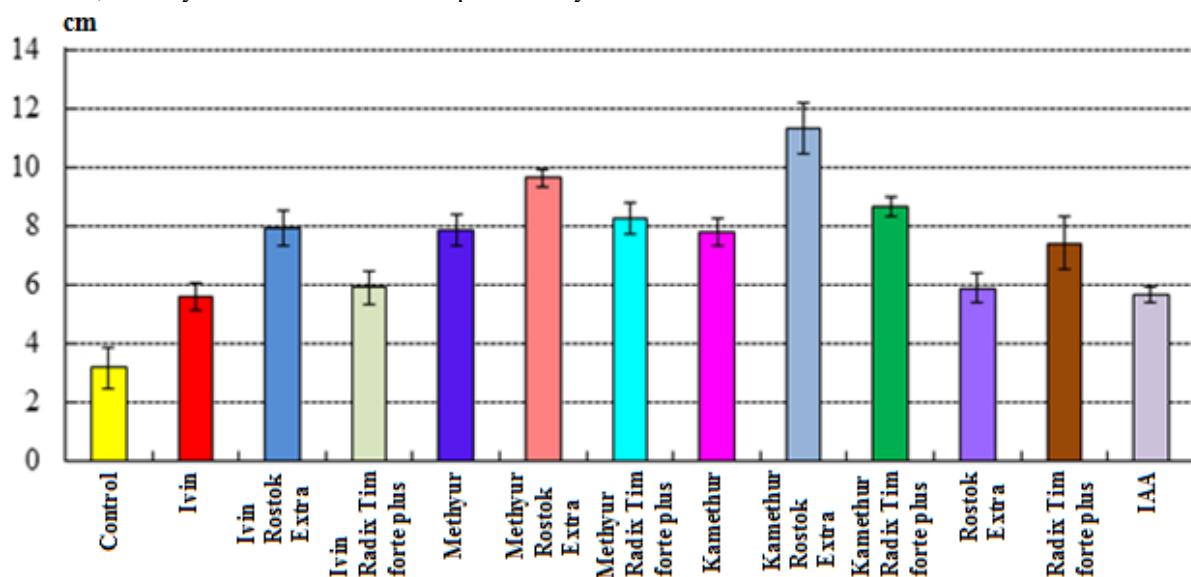
%, Kamethur - by 62%, and also with the use of plant growth regulators in a complex with microfertilizers: Ivin+Radix Tim forte plus - by 24.29%, Methyur+Radix Tim forte plus - by 17.55%, Methyur+Rostok Extra - by 136.57%, Kamethur+Radix Tim forte plus - by 80%, Kamethur+Rostok Extra - by 111.43%, respectively, compared to the control plants (Fig. 3). An increase in the average length of shoots (cm) by 40.26% compared to the control plants was also observed under the regulatory effect of auxin IAA (Fig. 3).



**Figure 3.** The regulatory effect of auxin IAA, synthetic plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus, which were used separately or in a complex, on the average length of shoots (cm) of 14-day-old winter canola (*Brassica napus L.*) cv. Sherpa, compared to the control plants

The average length of roots (cm) increased both with the separate use of microfertilizers: Radix Tim forte plus - by 133.68% and Rostok Extra - by 85.26%, and with the separate use of plant growth regulators: Ivin - by 76.84%, Methyur - by 147.37 %, Kamethur – by 145.34%, and also with the use of plant growth regulators in a complex with microfertilizers: Ivin+Radix Tim forte plus – by 86.60%, Ivin+Rostok Extra – by 149.76%, Methyur+Radix Tim forte plus – by

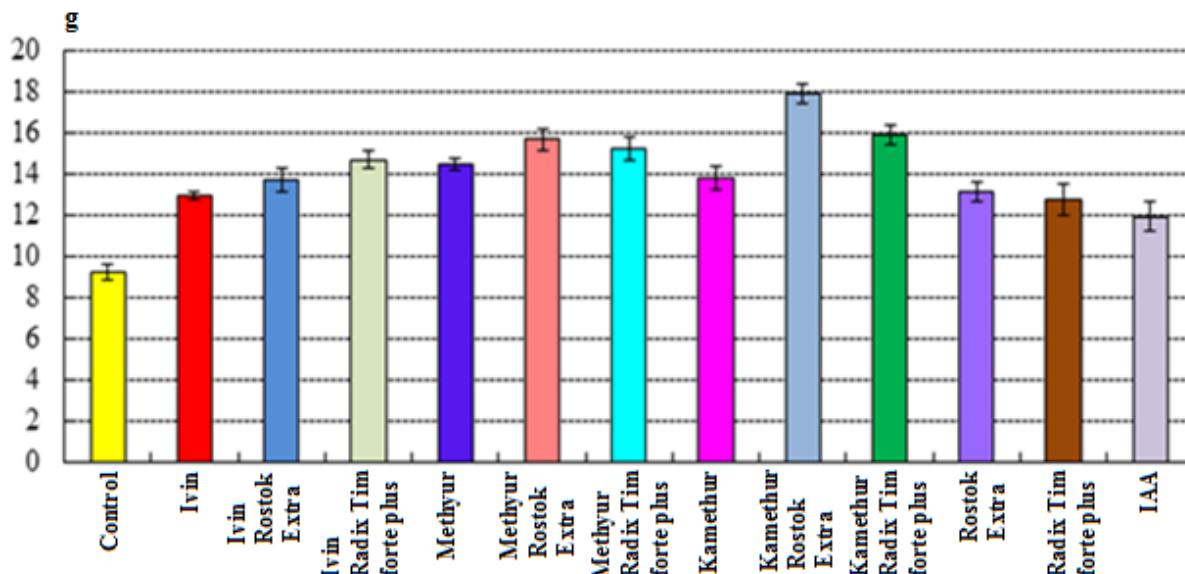
161.05%, Methyur+Rostok Extra – by 203.64%, Kamethur+Radix Tim forte plus – by 173.68%, Kamethur+Rostok Extra – by 256.84%, respectively, compared to similar parameters of control plants (Fig. 4). An increase in the average length of roots (cm) by 78.2% compared to the control plants was also observed under the regulatory effect of auxin IAA (Fig. 4).



**Figure 4.** The regulatory effect of auxin IAA, synthetic plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus, which were used separately or in a complex, on the average length of roots (cm) of 14-day-old winter canola (*Brassica napus L.*) cv. Sherpa, compared to the control plants

The average biomass of 10 plants (g) increased both with the separate use of microfertilizers: Radix Tim forte plus - by 38.25% and Rostok Extra - by 42.41%, and with the separate use of plant growth regulators: Ivin - by 39.88%, Methyur - by 56.84 %, Kamethur – by 49.46 %, and also with the use of plant growth regulators in a complex with microfertilizers: Ivin+Radix Tim forte plus – by 59.03%, Ivin+Rostok Extra – by 48.47%, Methyur+Radix Tim forte plus – by

64.97%, Methyur+Rostok Extra – by 69.62%, Kamethur+Radix Tim forte plus – by 72.51%, Kamethur+Rostok Extra – by 93.37%, respectively, compared to similar parameters of control plants (Fig. 5). An increase in the average biomass of 10 plants (g) by 29.35% compared to the control plants was also observed under the regulatory effect of auxin IAA (Fig. 5).



**Figure 5.** The regulatory effect of auxin IAA, synthetic plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus, which were used separately or in a complex, on the average biomass of 10 plants (g) of 14-day-old winter canola (*Brassica napus L.*) cv. Sherpa, compared to the control plants

Summarizing the obtained data, it should be noted that the highest growth parameters of winter canola (*Brassica napus L.*) cv. Sherpa were obtained when the seeds were treated with synthetic plant growth regulators Methyur and Kamethur, or microfertilizers Rostok extra and Radix Tim forte plus, or a complex of plant growth regulators with microfertilizers: Ivin+Rostok extra, Ivin+Radix Tim forte plus, Methyur+Rostok extra, Methyur+Radix Tim forte plus, Kamethur+Rostok extra, Kamethur+Radix Tim forte plus. The regulatory effect of the synthetic plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus, which were used separately or in complexes, was similar to the auxin IAA, which controls the elongation, division and differentiation of plant cells, growth of plant tissues and organs [11]. The synergistic effect of synthetic plant growth regulators and microfertilizers is due to their composition. A plant growth regulator Ivin contains the macronutrient nitrogen; Kamethur contains the macronutrients nitrogen, potassium and sulfur, which are necessary for plant growth and metabolism [7, 8]. Plant growth regulator Methyur contains the macronutrients nitrogen, sulfur and the chemical element sodium, which promote plant growth and adaptation to salt and osmotic stress [7, 8]. Microfertilizers Rostok extra and Radix Tim forte plus contain macronutrients and micronutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, sulfur, manganese, boron, zinc, iron, cop-

per, free amino acids, humic substances, which improve plant growth and metabolism [7, 8]. The results obtained indicate the prospects for the practical use of plant growth regulators Ivin, Methyur, Kamethur and microfertilizers Rostok Extra and Radix Tim forte plus when used separately or in a complex to improve the growth of shoots and roots of winter canola (*Brassica napus L.*) cv. Sherpa.

#### References:

1. Tsygankova V., Andrusevich Ya., Kopich V., Shtompel O., Veligina Y., Pilyo S., Kachaeva M., Kornienko A., Brovarets V. Use of Oxazole and Oxazolopyrimidine to Improve Oilseed Rape Growth. Scholars Bulletin. 2018. 4(3): 301 – 312. DOI: 10.21276/sb.2018.4.3.8.
2. Novel pyrimidine derivative, herbicide and plant growth regulator: pat. EP0713872A1. PCT/JP94/01311. WO/1995/04725. publ. 16.02.1995.
3. Kawarada A., Nakayama M., Ota Ya., Takeuchi S. Use of pyridine derivatives as plant growth regulators and plant growth regulating agents. Patent DE2349745A1. 25 April 1974.
4. Tsygankova V.A., Voloshchuk I.V., Andrusevich Ya.V., Kopich V.M., Pilyo S.G., Klyuchko S.V., Kachaeva M.V., Brovarets V.S. Pyrimidine derivatives as analogues of plant hormones for intensification of wheat growth during the vegetation period. Journal of Advances in Biology. 2022. 15: 1-10. URL: <https://doi.org/10.24297/jab.v15i.9237>.

5. Tsygankova V.A., Voloshchuk I.V., Klyuchko S.V., Pilyo S.G., Brovarets V.S., Kovalenko O.A. The effect of pyrimidine and pyridine derivatives on the growth and productivity of sorghum. International Journal of Botany Studies. 2022. 7(5): 19-31.
6. Tsygankova V.A., Voloshchuk I.V., Kopich V.M., Pilyo S.G., Klyuchko S.V., Brovarets V.S. Studying the effect of plant growth regulators Ivin, Methyur and Kamethur on growth and productivity of sunflower. Journal of Advances in Agriculture. 2023. 14: 17–24. DOI: <https://doi.org/10.24297/jaa.v14i.9453>.
7. Tsygankova V.A., Andreev A.M., Andrusevich Ya.V., Pilyo S.G., Klyuchko S.V., Brovarets V.S. Use Of Synthetic Plant Growth Regulators In Combination With Fertilizers to Improve Wheat Growth. Int J Med Biotechnol Genetics. 2023. S1: 02: 002: 9-14. URL: <http://scidoc.org/IJMBGS1V2.php>.
8. Tsygankova V.A., Andreev A.M., Andrusevich Ya.V., Pilyo S.G., Brovarets V.S. Effect of plant growth regulators and fertilizers on the vegetative growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). The scientific heritage. 2023. 116(116): 3–9. DOI: 10.5281/zenodo.8129039. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.8129039>
9. Pidlisnyuk V., Mamirova A., Newton R.A., Stefanovska T., Zhukov O., Tsygankova V., and Shapoval P. The role of plant growth regulators in *Miscanthus × giganteus* utilisation on soils contaminated with trace elements. Agronomy. 2022. 12(12): 2999. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12122999>.
10. Voytsehovska O.V., Kapustyan A.V., Kosik O.I. Plant Physiology: Praktykum, Parshikova T.V. (Ed.), Lutsk: Teren, 2010. 420 p.
11. Zhao Yu. Auxin biosynthesis and its role in plant development. Annu Rev Plant Biol. 2010. 61: 49-64. doi: 10.1146/annurev-arplant-042809-112308.

# CHEMICAL SCIENCES

## PRODUCTION OF HYDROGEN BY PHOTOCATALYTIC ORGANIC SUBSTANCE DECOMPOSITION USING CHROMIUM-CONTAINING CERAMET COMPOSITES UNDER THE UV AND VISIBLE IRRADIATION

**Artiukh I.,**

*The National Research Tomsk State University  
applicant*

*36, Lenin Avenue, Tomsk, 634050, Russia*

**Konnov D.**

*applicant*

*University of Central Florida*

*USA, Orlando FL*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10053740>

### Abstract

The phase composition and morphological features of metal-ceramic composites synthesized by self-propagating synthesis from the ferrosilicon aluminum alloy (FSA), silicon-aluminum, ferroboron (FB) and ferrovandium (FV) powders with the addition of modifiers (shungite, titanium metal) have been investigated. The optical properties of the composites were studied, and the band gap values of the semiconductors included in the ceramic matrix were determined from the electronic absorption spectra. The efficiency of the process of generating hydrogen from solutions of “sacrificial” reagents (carboxylic acids, hydrazine, sucrose) was assessed depending on their concentration and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> concentration, dye addition, and phase composition of the composites. It has been shown that the generation of hydrogen from “sacrificial” reagents occurs as a result of a combination of heterogeneous and homogeneous photocatalysis. The highest productivity of hydrogen evolution (~830 μmol·g<sup>-1</sup>·h<sup>-1</sup>) was achieved from solutions of oxalic and malic acids.

**Keywords:** metal-ceramic composites, semiconductors, heterogeneous photocatalysis, homogeneous photocatalysis, hydrogen generation, sacrificial reagents

### Introduction

One of the most significant issue in photocatalytic hydrogen generation is the low efficiency such processes. It mostly regards with new H<sub>2</sub> production technology, difficulties in the industrial sailing of the “laboratory approaches” and the common low quantum yield of using transition metals composites. On the one hand, the half-reaction limitations of oxidation of the “sacrificial” reagent and the reduction of hydrogen require an increase in the band gap. On the other hand, catalysts will work most efficiently by absorbing light over a wider region, which requires a decrease in the band gap. At the present time a less part of semiconductors is able to catalyze both Red-Ox half-reactions and work in a wider light region simultaneously. Therefore, there are plenty of approaches to shift composite photocatalytic activity in visible light region in order to use sun irradiation.

One of the most common approaches is to generate hydrogen from organic pollutants and simultaneously degrade them. In this regard, Fe-containing ceramic composites doped by semiconductor compounds are attractive due to their efficiency and economic benefits. They generate in a solution in accelerate reagent (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) oxidation systems (photo-Fenton, ferric oxalate) and provide the conditions for combined the both homogeneous and heterogeneous catalytic interactions. We have found the composite photocatalytic activity (Fe-BN, Fe-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Fe-Si<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>O<sub>5</sub>N<sub>5</sub>-Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) obtained by autowave combustion of ferroalloys in an atmosphere of gaseous nitrogen using the method of self-

propagating high-temperature synthesis (SHS) [1]. The additions of precursors, modifiers and active components into the reaction mixture made it possible to increase the content of metallic Fe in composites, improve their structural properties, and also achieve high dispersion of active components over the surface [2-4].

In this work, a comparative assessment of the performance of composites in the production of H<sub>2</sub> from organic substances under the influence of UV and visible irradiation was carried out. Five semiconductor composites synthesized by the environmentally friendly SHS method from industrial waste were studied. SiC and TiN composites were obtained by modifying the ceramic matrix of samples based on aluminum nitride and sialon with semiconductor phases of BN and VN in order to improve photocatalytic characteristics and shift light absorption to the visible region.

### Synthesis and characterization of composites

In the synthesis of composites based on aluminum nitride, boron and vanadium were used the ferrosilicon aluminum alloy (FSA), silicon-aluminum, ferroboron (FB) and ferrovandium (FV) powders. For the synthesis, polydisperse powders FSA, FB and FV with a particle size of less than 100-300 microns were used. Before SV synthesis, the initial powders were dried in a vacuum oven at a temperature of 150-200 °C to remove moisture and volatile impurities. Mixing of ferroalloy powders with additives was carried out in dry form mechanically (drum mixer with a volume of 0.5 l). The purity of the nitrogen in the atmosphere of which the combustion took place was 99.9%. The equipments and

combustion process for the synthesis of composites is described in our previous work [5].

The phase composition of the composites was determined using the XRD method on an XRD 6000 diffractometer (Cu-K $\alpha$  radiation, in the 2 $\theta$  range from 10° to 120°). The SiN-SiC, TiN and SiAlON composites were obtained by nitriding ferrosilicoaluminum (FSA), and the SiN-SiC sample was synthesized with the addition of a modifier - shungite (53-58% SiO<sub>2</sub>, 30% C), TiN - with the addition of titanium metal. Optical properties were studied using a Thermo Scientific Evolution 600 UV-Visible spectrophotometer (Thermo Scientific, USA). The spectra were recorded relative to the MgO standard. The recorded diffuse reflectance spectra of the composites were converted to absorption spectra using the Kubelka-Munk function (1):

$$F = \frac{(1-R)^2}{2R}, \text{ where } R \text{ is the diffuse reflection coefficient} \quad (1)$$

The band gap of the composites was worked out from the intersection of the absorption line tangent with an E<sub>v</sub> energy axes. For this purpose, the absorption spectra were converted into a function of the absorption coefficient ( $F(R) \cdot E$ )<sup>n</sup> depended on the photon energy  $h\nu$  with value  $n$  ( $F(R) \cdot E$ )<sup>2</sup> =  $f(h\nu)$  for direct band gaps and ( $F(R) \cdot E$ )<sup>1/2</sup> =  $f(h\nu)$  for indirect electron band gaps. Extrapolation of the linear parts of the corresponding dependencies to the  $h\nu$  axis gives the  $E_g$  of the composites.

The active sites on the surface of the composites were studied by the indicator method of Hammett and Tanabe with spectrophotometric indication.

#### **Methodology of the photocatalytic experiment**

A sample of the composite 200 mg was placed in a quartz reactor (100 ml) with 20 ml of a model solution of the "sacrificial" reagent, then 0.2 ml of 0.1 M H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> was added. The reactor was hermetically sealed and placed on a magnetic stirrer located in front of the radiation source. During the irradiation process, nitrogen

was supplied to the reactor at a constant rate (10 ml/min), and the exiting gas mixture was sent to a flow meter to control the gas flow rate. Samples for analysis were taken into a 100 ml resealable gas pipette after it was washed for 20 minutes with nitrogen. The gas mixture was collected for 20 minutes.

The analysis of the gas mixture was carried out by gas chromatography using a "Кристалл 5000.1" chromatograph (Russia) applied chromatographic columns.

The productivity of molecular hydrogen generation was estimated by the formula:

$$w = \frac{C_{H_2} V_{g.v.} 6 \cdot 10^5}{\tau m_{ct} 22.4} [\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}], \quad (2)$$

where  $C_{H_2}$  is hydrogen concentration [%],  $V_{g.v.}$  is gas vessel volume [ml],  $\tau$  is gas collection time [min],  $m_{ct}$  is catalyst mass [g]

Aqueous solutions of carboxylic acids (HCOOH, H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, citric, malic), hydrazine and sucrose were used as "sacrificial" reagents.

#### **Results and discussion**

##### **Phase composition and optical properties**

Table 1 presents the results of phase and elemental analysis of the composites. The main phases of ceramic matrices are following semiconductors Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, TiN, Si<sub>3</sub>Al<sub>3</sub>O<sub>3</sub>N<sub>5</sub>, BN and VN, therefore the abbreviation of composites reflects the predominant phase SiN-SiC, TiN, SiAlON, BN and VN respectively. Table 1 also shows the results the iron concentration on the surface of the samples using elemental micro-X-ray spectral analysis. The highest iron content is observed in samples BN and VN, which is preferable for the photo-Fenton reaction. It has been found that composite granules are particles agglomerates of different shapes, consisting of small one (0.5-10 microns in size) and larger structures (20-40 microns). The metallic iron phase was distributed more uniformly over the surface of the BN composite [6].

Tabelle 1

#### **Phase composition and optical properties**

Composition	Phases	w(Fe), %	E <sub>g</sub> , eV	Semiconductor	Ref. E <sub>g</sub> , eV
SiN-SiC	$\beta$ -Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , $\alpha$ -Fe, $\beta$ -Si <sub>3</sub> Al <sub>3</sub> O <sub>3</sub> N <sub>5</sub> , SiC, FeSi	1.8–2.6	3.5, 2.6	$\beta$ -Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , SiC	4.0-4.5 [7] 2.4-3.0 [8]
TiN	TiN, $\beta$ -Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , $\alpha$ -Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , $\alpha$ -Fe, FeSi/FeSi <sub>2</sub>	2.0–4.7	3.2	TiN	3.4 [9]
SiAlON	$\beta$ -Si <sub>3</sub> Al <sub>3</sub> O <sub>3</sub> N <sub>5</sub> , $\beta$ -Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , $\alpha$ -Fe, FeSi/FeSi <sub>2y</sub>	1.6–2.5	4.3	Si <sub>6-x</sub> Al <sub>x</sub> O <sub>x</sub> N <sub>8-x</sub>	2.3-5.3 [10]
BN	$\alpha$ -BN, $\alpha$ -Fe, FeB+Fe <sub>2</sub> B	5–35	5.3, 3.8	$\alpha$ -BN, FeB	4.0-5.8 [11]
VN	VN, $\alpha$ -Fe, (V <sub>2</sub> N)	15–19	5.4, 3.6	VN, V <sub>2</sub> N	2.4 [12]

The optical properties of the composites are presented in Figure 1. It can be seen that diluting the charge with shungite leads to an increase in the degree of absorption and an expansion of the spectral region towards the far UV in the wavelength range 250–400 nm (SiN-SiC) compared to the spectrum of the SiAlON sample. This is due to the formation of the silicon carbide phase, which is consistent with the studies of the authors [13], who observed the absorption band of fine SiC powder in the region of 300-400 nm. The TiN com-

posite modified with a titanium additive is characterized by higher light absorption capacity in the UV and visible spectral region of 250–800 nm. The formation of the Ti-N bond promotes the absorption of visible radiation and explains the highest optical activity of the TiN composite in the visible region [14].

The correlation between the absorption coefficient  $F(R) \cdot E$  and photon energy  $h\nu$  for SiN-SiC, TiN and SiAlON, BN and VN composites is shown in Figure 1b. The obtained values of the band gap of the studied samples are presented in Table 1, where they are compared

with the literature values of  $E_g$  of semiconductors included in the ceramic matrix.

Comparing the obtained values of the band gap of the composites, we can emphasize that the SiN-SiC composite spectrum has a lower  $E_g$  value than the spectrum of the SiAlON composite. Sialon is a solid solution of variable composition  $\text{Si}_{6-x}\text{Al}_x\text{O}_x\text{N}_{8-x}$ , which is formed when Si is replaced by Al and N by O in  $\beta$ -silicon nitride. The SiN-SiC composite is the inclusion of a narrow-gap semiconductor SiC into its ceramic matrix, likewise the TiN composite, which has a value of  $E_g = 3.3$  eV, comparable to n-type titanium nitride [15]. The main semiconductor phases of VN and BN composites have a wide band gap, close to dielectrics.

Boron nitride in the BN composite has an  $\alpha$  modification with a hexagonal crystal structure. The band gap of  $\alpha$ -BN was found to depend on the preparation method [12]. The calculated value of  $E_g$  is in agreement with the literature data for the BN composite synthesized by the SHS method. The spectrum of the BN composite also has an absorption band at 240–250 nm, related to the FeB phase ( $E_g = 3.8$  eV), and in the spectrum of the VN composite there is an absorption band at 280–300 nm, characteristic of  $\text{V}_2\text{N}$ . It should be noticed that the band gap values of the semiconductors included in the ceramic matrix of the composites are lower than the photon energy of the UV radiation source (4.5 eV). This indicates the ability of the composites to exhibit photocatalytic activity in the UV range.

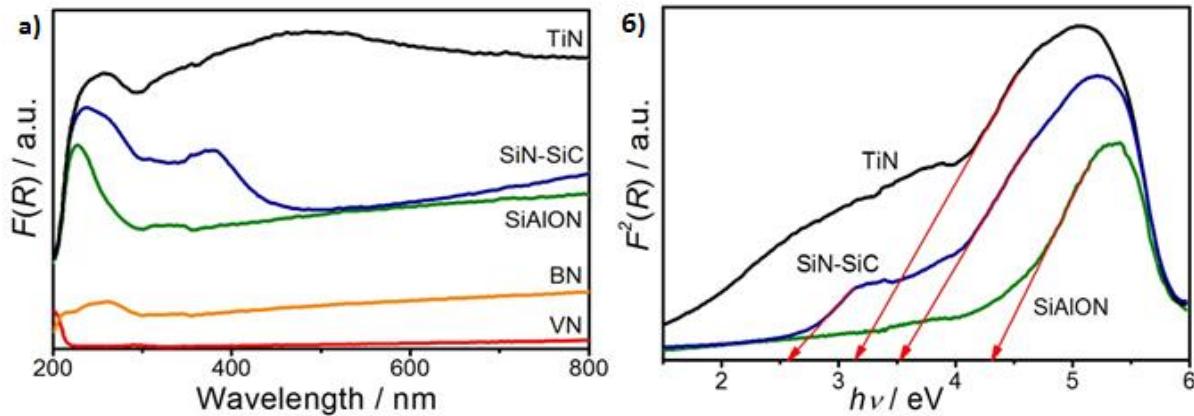


Figure 1 a) absorption spectra of composites b) dependence of the extinction coefficient  $F(R) \cdot E$  on the energy of the absorbed photon  $E(hv)$

#### Comparing estimation of the composite photocatalytic under UV and visible irradiation

To increase the activity of iron-ceramic composites and shift it to the visible light region, catalysts containing several semiconductors were synthesized (Table 1). It was of interest to carry out a comparing estimation of the photocatalytic activity of the original (SiAlON) and modified composites (SiN-SiC, TiN) in the process of generating H<sub>2</sub> from “sacrificial reagents” under UV and visible irradiation conditions. In addition,

the photocatalytic activity of iron-containing samples based on wide-gap semiconductors BN and VN was studied. Carboxylic acids (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, HCOOH, malic acid), sucrose and hydrazine, which are oxidized under UV irradiation conditions to release H<sub>2</sub>, were used as “sacrificial” reagents. Table 2 shows the results of the performance composite estimation in the process of generating hydrogen from various “sacrificial” reagents depending on their concentration under conditions.

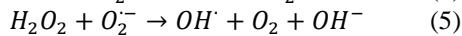
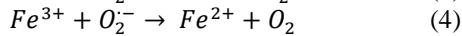
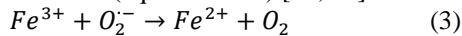
Table 2

Productivity ( $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) of H<sub>2</sub> generation from solutions of “sacrificial” reagents under conditions of UV irradiation and visible light ( $m_{ct} = 200$  mg;  $V_{sl} = 20$  ml;  $C(\text{H}_2\text{O}_2) = 0.001$  M;  $t = 20$  min)

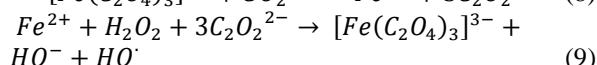
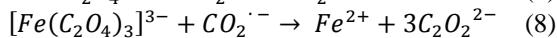
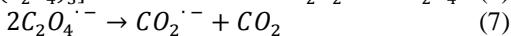
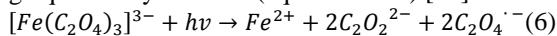
No	Solution systems	SiC	TiN	BN	VN
1	0.05 M H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> / UV	331	266	654	322
2	0.5 M H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> / UV	755	644	1200	756
3	0.5 M H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> / vis	660	190	1580	1070
4	0.1M HCOOH/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	180	84	413	289
5	0.5 M HCOOH/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	541	236	393	314
6	0.5 M HCOOH/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /vis	201	145	666	759
7	1.9 M HCOOH/H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV	1639	796	1134	1205
8	1.01 M C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> * / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> / UV	257	438	256	307
9	0.5 M C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub> <sup>2*</sup> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> / UV	821	716	563	311
10	0.2 M N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> / UV	331	592	2488	2787
11	0.2 M N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> / H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> / vis	345	139	1964	1685
12	1% C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> <sup>3*</sup> pH 2 / UV	276	342	384	259
13	1% C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> <sup>3*</sup> pH 2 / vis	157	62	247	225
14	HCOOH (0.5 M)	386	228	315	623
15	0.5 M HCOOH			11	

The addition of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> to the solution leads to the appearance of a photo-Fenton system, which generates a super-oxidant OH<sup>·</sup> radicals and promotes the oxidative destruction of carboxylic acids with the release of H<sub>2</sub>. When oxalic acid is used in solution, a ferrioxalate photo-Fenton reaction occurs, increasing the efficiency of homogeneous photocatalysis and the formation of H<sub>2</sub>. This is supported by the presence of CO<sub>2</sub> in the gas phase, the concentration of which increases with increasing amount of released H<sub>2</sub>.

The photocatalytic activity of the SiN-SiC (620 μmol·h<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>) and TiN (529 μmol·h<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>) composites is more than twice that of the SiAlON composite (295 μmol·h<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>). This indicates the participation in the photocatalytic process of SiC and TiN semiconductors, which have a narrower band gap than sialon. In the system H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> is oxidized to CO<sub>2</sub> and H<sup>+</sup> ions are reduced to H<sub>2</sub>. Under the conditions of the photo-Fenton and ferrioxalate photocatalytic systems, the super-oxide radical O<sub>2</sub><sup>·-</sup> can be formed, which is able to reduce Fe(III) to Fe(II), promote the generation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and hydroxyl radicals in radical chain photocatalytic reactions of photo-Fenton (equations 3-5) [16, 17]:



The highest productivity of H<sub>2</sub> production upon irradiation with visible light is observed from solutions of oxalic acid with the addition of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> for all composites. Moreover, in the presence of BN and VN samples, the efficiency of H<sub>2</sub> release under visible light conditions is significantly higher than under UV irradiation (Table 2). This is due to the fact that in these systems the largest amount of photoactive ferrioxalate complex [Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]<sup>3-</sup> is formed, which undergoes photolysis in the radiation region of the LED lamp 400–500 nm and generates Fe<sup>2+</sup> and hydroxyl radicals with a high quantum yield 1.24 (equations 6-9) [18]:



The high efficiency of BN and VN composites in homogeneous processes is explained by the increased Fe content (Table 1). It is important to note that most of the metallic iron in the catalysts remains in the ceramic matrix, so the efficiency of homogeneous photocatalytic systems does not change regardless of its leaching. In this case, the concentration of iron in the solution does not exceed 10–3 mg·l<sup>-1</sup>, which is significantly lower than the maximum permissible concentration of iron (0.5–5 mg·l<sup>-1</sup>) in water.

### Conclusions

The production of iron-ceramic composites using SHS is the prospect method due to low energy cost, ease of use and one-step synthesis process. In addition, waste from the ferroalloy industry (Yurginsky Abrasive Plant, Russia) is used as feedstock. This approach is more economical and environmentally friendly compared to traditional synthesis methods that use commercial highly dispersed powders of boron, silicon and aluminum oxides.

The composites are active photocatalysts for the production of molecular hydrogen from organic substances both under UV and visible light conditions. The high activity of photocatalysts is due to the combination of semiconductor materials and metallic iron in a ceramic matrix. This probably makes it possible to combine heterogeneous and homogeneous (in the presence of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) photocatalytic processes leading to synergistic effects. Thus, a homogeneous photo-Fenton system causes heterogeneous reactions involving semiconductors.

Oxalic acid and hydrazine are the most preferred sacrificial reagents (700 – 2000 μmol·h<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup>). It was found that the high productivity of VN and BN composites in the production of H<sub>2</sub> from H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> is due to the high iron content and the formation in the solution of a photoactive ferrioxalate system with [Fe(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>]<sup>3-</sup> complexes, which undergoes photolysis in the radiation range of a visible light lamp (400–500 nm) and with a high quantum yield generates OH<sup>·</sup> radicals that oxidize organic compounds. The highest productivity of hydrogen production (1500–2800 μmol/h g) was achieved using a BN and hydrazine composite. In this case, heterogeneous photocatalysis plays a major role under UV irradiation.

### References:

1. M.V. Sherstoboeva, A.V. Bavykina, K.A. Bolgaru, Y.M. Maksimov, F. Sastre, and L.N. Skvortsova Metal-Ceramic Composites for Photocatalytic Oxidation of Diclofenac in Aqueous Solution // J. ChemistrySelect. 2020. N 5. P. 1912-1918. DOI: 10.1002/slct.201904010
2. L. N. Chukhlomina, M. Kh. Ziatdinov, Yu. M. Maksimov Preparation of submicron silicon nitride powders via self-propagating high-temperature synthesis // Int. J. of Self-Propagating High-Temperature Synthesis – 2000 – V. 9 – № 1 – P. 65-70.
3. L. N. Chukhlomina, Y. M. Maksimov, L. N. Skvortsova Nitride Ceramics: Combustion Synthesis, Properties, and Applications // Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA – 2015 – P. 185-228
4. B. Sh. Braverman, L. N. Chukhlomina, Yu. M. Maksimov, K. A. Bolgaru, COMPOSITE CERAMICS ON THE BASIS OF β-SIALON USING Fe-Si-Al // Rus. Physics J – 2013 – 12 (2), 96–99.
5. L. N. Skvortsova, V. N. Batalova, L. N. Chukhlomina, G. M. Mokrousov, Use of composites based on boron nitride in combined photocatalytic process for generation of hydrogen and degradation of soluble organic substances // Rus. J. Appl. Chem. – 2014 – V. 87 – N. 5 – P. 561-566.
6. L. N. Skvortsova, L. N. Chukhlomina, T. S. Minakova, M. V. Sherstoboeva Investigation of acid-base and sorption properties of surface of metal-ceramic composites // Rus. J. Appl. Chem. – 2017 – N. 90 – P. 1246-1251.
7. L. N. Skvortsova, I. A. Artyukh, K. A. Bolgaru, and I. A. Pichikov Photocatalytic Generation of Hydrogen from Organic Substances Using Iron-Containing Composites under the Conditions of UV and Visible Irradiation // Russian Journal of Applied Chemistry – 2020 – V. 93 – N. 7 – P. 960-966.

7. Y. Jia, X. Chen, H. Han, C. Li, Titanium dioxide-based nanomaterials for photocatalytic fuel generations // Chem. Rev. – 2014 – N. 114 – P. 9987-10043.
8. V. A. Gritsenko, Electronic structure of silicon nitride // Uspekhi Fizicheskikh Nauk – 2012 – V. 55 – N. 5 – P. 531-541.
9. Y. Chen, X. Cao, B. Lin, B. Gao Origin of the visible-light photoactivity of NH<sub>3</sub>-treated TiO<sub>2</sub>: Effect of nitrogen doping and oxygen vacancies // Applied Surface Science – 2013 – N. 264 – P. 845-852.
10. M. Cheng, G. Zeng, D. Huang, C. Lai, P. Xu, C. Zhang, Y. Liu Hydroxyl radicals based advanced oxidation processes (AOPs) for remediation of soils contaminated with organic compounds: a review // Chem. Eng. J. – 2016 – N. 284 – P. 582-598.
11. A. Maity, T. C. Doan, J. Li, J. Y. Lin, H. X. Jiang, Realization of highly efficient hexagonal boron nitride neutron detectors // Appl. Physics Letters – 2016 – V. 109 – N. 7
12. T. Kawahara, H. Miyazaki, S. Karuppuchamy, H. Matsui, M. Ito, M. Yoshihara, Electronic nature of vanadium nitride–carbon cluster composite materials obtained by the calcination of oxovanadylphthalocyanine // Vacuum – 2007 – V. 81 – N. 5 – P. 680-685.
13. O. R.Lourie, C. R.Jones, B. M. Bartlett, P. C. Gibbons, R. S. Ruoff, W. E. Buhro, CVD Growth of Boron Nitride Nanotubes // Chem. Mater. – 2000 – N. 1 – P. 1808-1810.
14. Chen Y., Cao X., Lin B., Gao B. // Applied Surface Science. 2013. V. 264. P. 845–852.
15. Meyerstein D. Trivalent copper. I. Pulse radiolytic study of the chemical properties of the aquo complex // J. inorg. Chem. 1971. V. 10. N 3. P. 638–641.
16. Oppenländer T. Photochemical Purification of Water and Air. – Germania: Wiley-VCH, 2013. 387 p.
17. Hislop K.A., Bolton J.R. The photochemical generation of hydroxyl radicals in the UV-vis/ferrioxalate/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> system // Environ. Sci. Technol. 1999. V. 33. N 18. P. 3119–3126.

Ahmedova C.

Ph.D., Associate Professor,  
*Adiyaman University, Faculty of Arts and Sciences,  
 Department of Chemistry, Turkey*

## ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ВЗАЙМОДЕЙСТВИЯ И СТЕКЛООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> – TlGaS<sub>2</sub>

Ахмедова Дж. А.

*К.х.н., доцент, Адыяманский университет, факультет  
 искусств и наук, кафедра химия, Турция.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10053791>*

### Abstract

Chemical interaction and glass formation in the As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> - TlGaS<sub>2</sub> system were studied using differential thermal analysis (DTA), X-ray diffraction (XRD), microstructural analysis (MCA), as well as determination of density and microhardness, and a T-x phase diagram of the system was constructed. It has been established that the state diagram of the As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> - TlGaS<sub>2</sub> system is quasi-binary, of the eutectic type. The joint crystallization of the compounds As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> and TlGaS<sub>2</sub> ends in a double eutectic, composition 20 mol % TlGaS<sub>2</sub>, temperature 270°C. In the system at room temperature, solid solutions based on the As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> compound reach up to 3.5 mol. % TlGaSe<sub>2</sub>, and based on the TlGaS<sub>2</sub> compound, solid solutions up to -8 mol % As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>. It has been established that during conventional cooling based on As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>, the glass transition region expands to 17 mol % TlGaS<sub>2</sub>.

### Аннотация

Химическое взаимодействие и стеклообразование в системе As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-TlGaS<sub>2</sub> исследованы методами дифференциально-термического анализа (ДТА), рентгеноструктурного анализа (РФА), микроструктурного анализа (МКА), а также определения плотности и микротвердости и Т-х-фазовой диаграммы системы была построена.

Установлено, что диаграмма состояния системы As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> - TlGaS<sub>2</sub> квазибинарная, эвтектического типа. Совместная кристаллизация соединений As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> и TlGaS<sub>2</sub> заканчивается двойной эвтектикой состава 20 мол. % TlGaS<sub>2</sub>, температура 270°C. В системе при комнатной температуре твердые растворы на основе соединения As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> достигают 3,5 мол. % TlGaSe<sub>2</sub>, а на основе соединения TlGaS<sub>2</sub> твердые растворы до -8 мол. % As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>. Установлено, что при обычном охлаждении на основе As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> область стеклования расширяется до 17 мол. % TlGaS<sub>2</sub>.

**Keywords:** glass formation, phase, eutectic, microhardness, density.

**Ключевые слова:** стеклообразования, фаза, эвтектика, микротвердость, плотность.

### Введение

Оба компонента системы As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-TlGaS<sub>2</sub> являются полупроводниковыми материалами с уникальными функциональными свойствами. Известно, что стеклообразные халькогениды мышьяка и сплавы на их основе являются полупроводниковыми материалами с фоточувствительными [1–6] и люминесцентными [7–9] свойствами и широко используются в оптических приборах. Халькогенидные волокна [10–12] на основе As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> и As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> используются для передачи света в среднем ИК-диапазоне и нашли применение в качестве компактной нелинейной среды, позволяющей осуществлять комбинированное усиление [13] и лазерную генерацию [14]. Соединения TlGaS<sub>2</sub> подробно изучены в литературе [15–18].

Ранее мы исследовали многокомпонентные системы халькогенидов мышьяка As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> с TlInS<sub>2</sub>(Se<sub>2</sub>,Te<sub>2</sub>) [19–21]. Системы As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-TlGaS<sub>2</sub> до сих пор не изучены.

Целью данной работы является изучение характера взаимодействия и стеклообразования в системе As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-TlGaS<sub>2</sub>, а также поиск новых полупроводниковых фаз.

Соединение As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> плавится с открытым максимумом при 380°C и кристаллизуется в моноклинной сингонии с параметрами решетки:  $a=12,053$ ;  $b=9,890$ ;  $c=4,277$  Å,  $\beta=90^{\circ}28'$  (пр. гр. P2<sub>1</sub>/n-C<sup>5</sup><sub>2h</sub>) [22]. Плотность и микротвердость кристаллического As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> равны 5,21 г/см<sup>3</sup> и 750 МПа соответственно, а стеклообразного As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> плотность равна 4,62 г/см<sup>3</sup>, микротвердость 1400 МПа [22]. Соединение TlGaS<sub>2</sub> плавится конгруэнтно при 905°C и кристаллизуется в тетрагональной сингонии с параметрами элементарной ячейке:  $a=7,29$ ;  $c=29,90$  Å,  $z=16$ , плотность и микротвердость  $\rho=5,64$  г/см<sup>3</sup> и 700 МПа соответственно [23].

### Экспериментальная часть

Сплавы системы As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-TlGaS<sub>2</sub> получали из компонентов As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> и TlGaS<sub>2</sub> вакуумированных до 0,133 Па кварцевых ампулах в интервале темпера-

туре 500-1000°C. Для получения равновесного состояния сплавы системы отжигали при 270°C в течение 240 ч.

Равновесные сплавы системы  $\text{As}_2\text{S}_3\text{-TlGaS}_2$  исследовала методами физико-химического анализа: дифференциально-термического (ДТА), рентгенофазового (РФА), микроструктурного (МСА) анализов, а также измерением микротвердости и определением плотности.

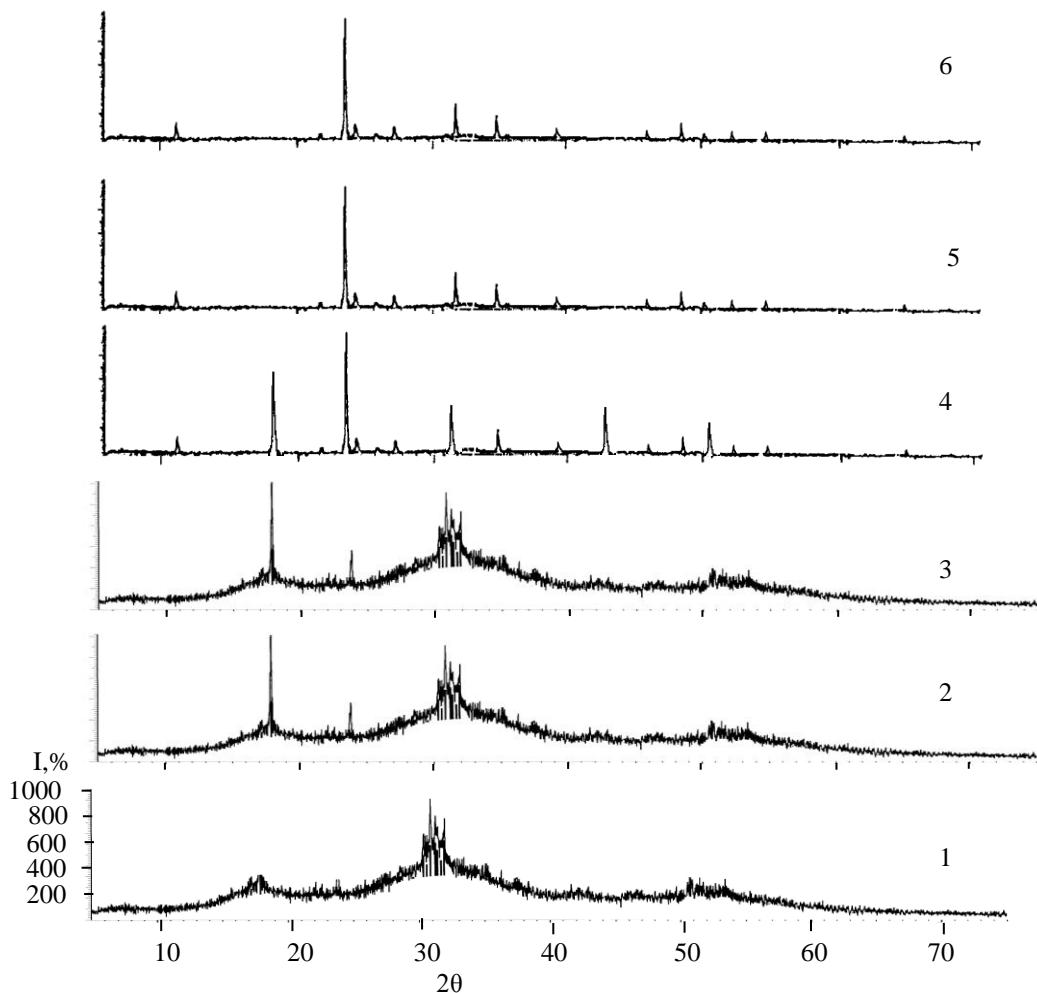
ДТА сплавов системы был осуществлен на приборе НТР -73 со скоростью 10 град/мин. РФА проводили на рентгеновском приборе модели D2 PHASER в  $\text{CuK}_{\alpha}$ - излучении с Ni-фильтром. МСА сплавов системы исследовали на микроскопе МИМ-8 на предварительно протравленных шлифах, полированных пастой ГОИ. Микротвердость сплавов системы измеряли на микротвердометре ПМТ-3. Плотность сплавов системы определяли

пикнометрическим методом, в качестве наполнителя применяли толуол.

#### Результаты и их обсуждение

Сплавы системы  $\text{As}_2\text{Se}_3\text{-TlGaS}_2$  в интервале концентраций 0-17 мол. %  $\text{TlGaS}_2$  получается в стеклообразном состоянии красно-желтого цвета. Изучена связь сплавов системы с влиянием внешней среды. Все сплавы системы устойчивы к воздуху, воде и органическим растворителям. Сплавы, богатые  $\text{As}_2\text{Se}_3$ , хорошо растворяются в концентрированных минеральных кислотах  $\text{HNO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Сплавы этой системы хорошо растворимы в щелочах ( $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ).

С целью кристаллизации стеклообразных сплавов их подвергали длительному отжигу в интервале температур кристаллизации 200°C в течение 540 ч. Сплавы системы  $\text{As}_2\text{Se}_3\text{-TlGaS}_2$  исследовались до и после отжига.



*Rис. 1. Дифрактограммы сплавов системы  $\text{As}_2\text{Se}_3\text{-TlGaS}_2$  до отжига .  
1-  $\text{As}_2\text{Se}_3$ , 2-10 , 3-17, 4-80 , 5-92, 6-100 мол. %  $\text{TlGaS}_2$*

Результаты дифференциально-термического анализа сплавов системы перед отжигом показали, что на термограммах сплавов присутствует температура размягчения  $T_g=170^\circ\text{C}$ . После длительного отжига (540 ч) на термограммах сплавов температуры размягчения (170-195°C) исчезают, но сохраняются эффекты, связанные с солидусом и ликвидусом (табл. 1).

С целью исследования фазового состава сплавов системы  $\text{As}_2\text{Se}_3\text{-TlGaS}_2$  был проведен их микроструктурный анализ. Микроструктура сплавов содержащих 17, 60 и 92 мол. %  $\text{TlGaS}_2$  представлена на рис. 2 а, б, с

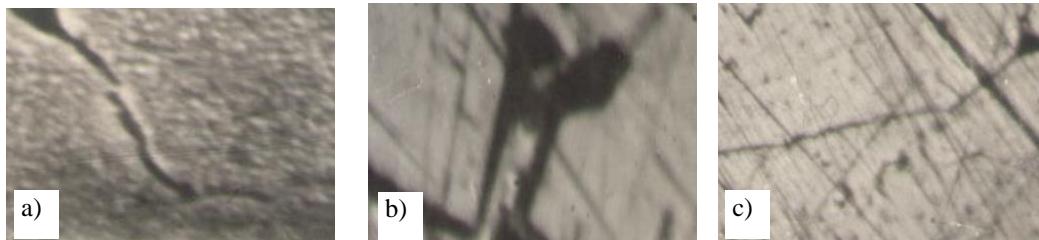


Рис. 2. Микроструктуры сплавов системы  $As_2Se_3$ - $TlGaS_2$ .  
a)-17 мол. %, b)-60 мол. %, c)-92 мол. %  $TlGaS_2$

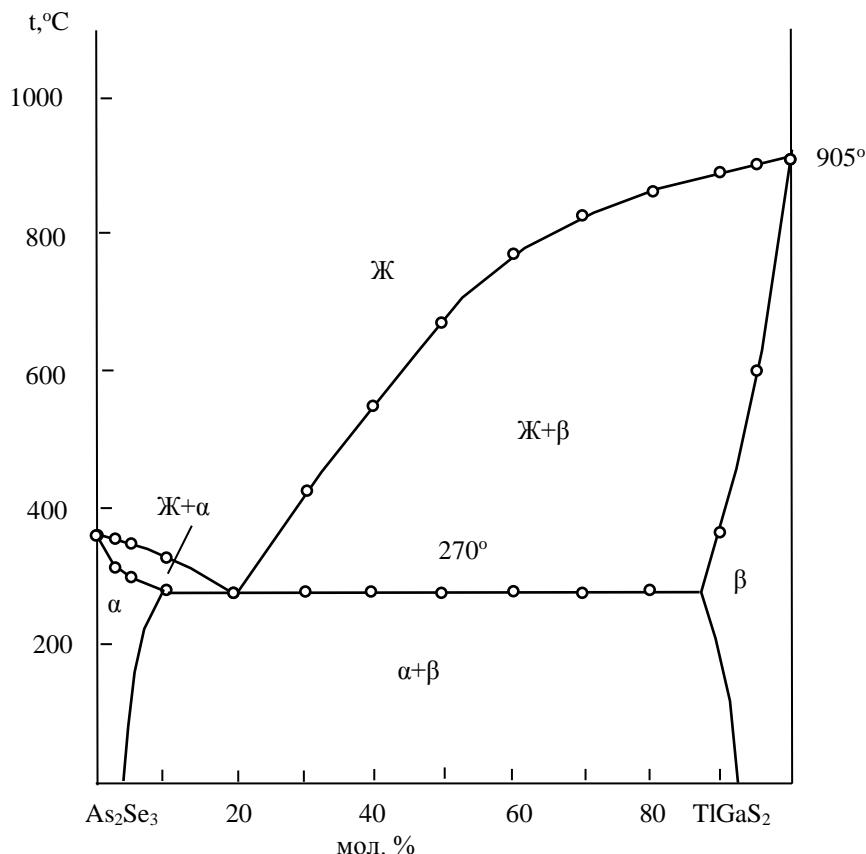


Рис. 3. Т-х фазовая диаграмма системы  $As_2Se_3$  -  $TlGaS_2$ .

Результаты ДТА и МСА были подтверждены рентгеноструктурным анализом. Рентгенофазовый анализ систем сплавов перед отжигом, содержащих 10, 17, 80 и 92 мол. %  $TlGaS_2$  представлена на рис. 1. Как видно из рис. 1, на дифрактограмме сплавов системы  $As_2Se_3$ - $TlGaS_2$ , содержащих 10 и 17 мол. %  $TlGaS_2$  дифракционные линии не наблюдаются. Это указывает на то, что эти сплавы являются стекловидными. На дифрактограмме сплава 80 мол. %  $TlGaS_2$  дифракционные линии состоят из линий исходных компонентов. Образец 92 мол. %  $TlGaS_2$  однозначные и представляет собой твердый раствор на основе  $TlGaS_2$ .

По результатам физико-химических данных была построена Т-х фазовая диаграмма системы  $As_2Se_3$ - $TlGaS_2$  (рис. 3). Установлено, что фазовая диаграмма системы  $As_2Se_3$  -  $TlGaS_2$  относится к квазибинарному эвтектическому типу. Совместная кристаллизация соединений  $As_2Se_3$  и  $TlGaS_2$  заканчивается двойной эвтектикой, состав которой достигает 20 мол. %  $TlGaS_2$  и температура 270°C. В системе при комнатной температуре содержание

твердых растворов на основе  $As_2Se_3$  достигает 3,5 мол. %  $TlGaS_2$ , а на  $TlGaS_2$  до -8 мол. %  $As_2Se_3$ .

Ликвидус системы состоит из моновариантных кривых первичной кристаллизации  $\alpha$  твердых растворов на основе  $As_2Se_3$  и  $\beta$  твердых растворов на основе  $TlGaS_2$ . Совместная кристаллизация  $\alpha$ - и  $\beta$ -фаз заканчивается в двойной эвтектической точке:  $Ж \leftrightarrow \alpha + \beta$ . В системе  $As_2Se_3$ - $TlGaS_2$  твердые растворы на основе  $As_2Se_3$  простираются до 3,5 мол. %  $TlGaS_2$ , а на основе  $TlGaS_2$  до -8 мол. %  $As_2Se_3$ . В системе  $As_2Se_3$  -  $TlGaS_2$  при обычном охлаждении область стеклообразования достигает до 17 мол. %  $TlGaS_2$ , а стеклокристаллический область простирается от 17 до 30 мол. %  $TlGaS_2$ .

Некоторые физико-химические свойства системы  $As_2Se_3$ - $TlGaS_2$  до термообработки приведены в табл. 1. Сплавы в диапазоне концентраций 0-17 мол. %  $TlGaS_2$  относятся к области стекла, и в пределах 17-30 мол. %  $TlGaS_2$  является стеклокристаллическим.

При измерении микротвердости литых сплавов системы  $As_2Se_3$ - $TlGaS_2$  были обнаружены два

ряда значений (табл. 1). Значения микротвердости  $H_\mu = (1400-1450)$  МПа соответствуют микротвердости  $\alpha$ -фазы твердых растворов на основе  $As_2Se_3$  и второй  $\beta$ -фазы твердых растворов на основе  $TlGaS_2$   $H_\mu = (700-830)$  МПа.

После отжига микротвердость сплавов системы  $As_2Se_3-TlGaS_2$  для  $\alpha$ -фазы составляет (750-820) МПа, а для  $\beta$ -фазы значения микротвердости  $H_\mu = (700-880)$  МПа остаются неизменными (табл. 2).

Таблица 1.

**Состав, результаты ДТА, измерения микротвердости и определения плотности сплавов системы  $As_2Se_3-TlGaS_2$  до отжига**

Состав мол %		Термические эффекты, °C	Плотность $10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$	Микротвердость фаз, МПа			
$As_2Se_3$	$TlGaS_2$			$\alpha$	$\beta$		
				$P=0,15 \text{ H}$			
100	0	175,380	4,62	1400	-		
97	3,0	180,315,380	4,65	1450	-		
95	5,0	185,300,350	4,68	1430	-		
90	10	190,270,330	4,72	1430	-		
80	20	190,270	4,83	1430	-		
70	30	190,270,425	4,92	1430	880		
60	40	190,270,550	5,05	1430	880		

Таблица 2.

**Состав, результаты ДТА, измерения микротвердости и определения плотности сплавов системы  $As_2Se_3-TlGaS_2$  после отжига**

Состав, мол %		Термические эффекты, °C	Плотность, $10^3 \text{ кг}/\text{м}^3$	Микротвердость фаз, МПа			
$As_2Se_3$	$TlAsS_2$			$\alpha$	$\beta$		
				$P=0,1 \text{ H}$			
100	0	380	5,21	750	-		
97	3,0	315,380	5,23	820	-		
95	5,0	300,350	5,25	820	-		
90	10	270,330	5,25	820	-		
80	20	270	5,30	Эвтек.	Эвтек.		
70	30	270,425	5,33	-	880		
60	40	270,550	5,38	-	880		
50	50	270,620	5,43	-	880		
40	60	270,770	5,46	-	880		
30	70	270,825	5,51	-	880		
20	80	270,860	5,58	-	880		
10	90	365,890	5,60	-	880		
5,0	95	600,900	5,67	-	780		
0,0	100	905	5,64	-	700		

### Заключение

С помощью физико-химических методов анализа: дифференциально-термического анализа (ДТА), рентгенофазового анализа (РФА), микроструктурного анализа (МСА), а также путем измерения микротвердости и плотности, химических взаимодействий и стеклообразования изучены и Т-х фазовая диаграмма была построена система  $As_2Se_3-TlGaS_2$ .

Фазовая диаграмма системы  $As_2Se_3-TlGaS_2$  относится к квазибинарному эвтектическому типу.  $As_2S_3$  и  $TlGaS_2$  образуют эвтектику, состав которой достигает 20 мол. %  $TlGaS_2$  и температура 270°C. В системе  $As_2Se_3-TlGaS_2$  твердые растворы на основе  $As_2Se_3$  простираются до 3,5 мол. %  $TlGaS_2$ , а в пересчете на  $TlGaS_2$  до -8 мол. %  $As_2Se_3$ . Установлено, что при обычном охлаждении в системе на основе  $As_2Se_3$  область стеклования расширяется до 17 мол. %  $TlGaS_2$ .

**Список литературы:**

1. Lovu M., Shutov S., Rebeja S., Colomeyco E., Popescu M. Effect of metal additives on photodarkening kinetics in amorphous As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> films // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials 2000. V. 2, Issue: 1. P 53-58.
2. Dinesh Chandra SATI1, Rajendra KUMAR, Ram Mohan MEHRA Influence of Thickness Oil Optical Properties of a: As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> Thin Films // Turk J Phys, 2006. V.30. P.519- 527.
3. Jun J. Li Drabold. D. A.. Atomistic comparison between stoichiometric and nonstoichiometric glasses: The cases of As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> and As<sub>4</sub>Se<sub>4</sub> // Phys. Rev. 2001, V. 64. P. 104206-104213.
4. Кириленко В.В., Дембовский С.А., Поляков Ю.А. Оптические свойства стекол в системах As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-TlS и As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-TlSe // Известия АН СССР. Неорганические материалы, 1975, т.11, №11, с.1923-1928.
5. Алиев И.И., Бабанлы М.Б., Фарзалиев А.А. Оптические и фотоэлектрические свойства тонких пленок стекол (As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)<sub>1-x</sub>(TlSe)<sub>x</sub> (x=0,05-0,10) // XI Международная конференция по физике и технологии тонких пленок. Иваново-Франковск, Украина, 7-12 мая, 2007, с. 86.
6. Hineva T., Petkova T., Popov C., Pektov P., Reithmaier J. P., Funrmann-Lieker T., Axente E., Sima F., Mihailescu C. N., Socol G., Mihailescu I. N. Optical study of thin (As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)<sub>1-x</sub>(AgI)<sub>x</sub> films // Journal of optoelektronics and Advanced Materials. 2007.V. 9. No. 2. February. P. 326 – 329.
7. Andriesh A.M., Verlan V. I.. Donor- and acceptor-like center revealing by Photoconductivity of amorphous thin As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> films // Journal of Optoelectronic and Advanced Materials 2001. V. 3. No. 2, June. P. 455 – 458.
8. Бабаев А. А., Мурадов Р., Султанов С. Б., Асхабов А. М.. Влияние условий получения на оптические и фотолюминесцентные свойства стеклообразных As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> // Неорган. материалы. 2008. №11. Т.44. С. 1187-1201.
9. Bhawana Dabas and R. K. Sinha Dispersion Properties of Chalcogenide As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> Glass Photonic Crystal Fiber // ICOP 2009-International Conference on Optics and Photonics Chandigarh, India, 30 Oct.-1 Nov.2009. P. 123-127.
10. Littler I. C. M., Fu L. B., Mägi E. C., Pudo D., Eggleton B. J.. Widely tunable, acoustooptic resonances in Chalcogenide As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> fiber // Optics Express. 2006.V. 14. Issue 18. P. 8088- 8095.
11. Slusher R.E., Lenz G., Hodelin J., Sanghera J., Shaw L.B., and Aggarwal I.D. Large Raman gain and nonlinear phase shifts in high-purity As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> Chalcogenide fibers // J. Opt. Soc. Am. 2004. B. 21. P. 1146-1155.
12. Jackson S.D. and Anzueto-Sánchez G. Chalcogenide glass Raman fiber laser // Appl. Phys. Lett., 2006. V.88. P. 221106.
13. Fu L.B., Fuerbach A., Littler I.C.M., and Eggleton B.J. Efficient optical pulse compression using Chalcogenide single-mode fibers // Appl. Phys. Lett. 2006. V.88. P. 081116.
14. Fu L.B., Rochette M., Ta'eed V., Moss D., and Eggleton B.J. Investigation of self-phase modulation based optical regeneration in single mode As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> Chalcogenide glass fiber // Opt. Express 2005. V. 13. P. 7637-7642.
15. Керман А.В., Мичкарева В.В., Носов И.И., Андреев О.В. Расчет и исследование стеклообразования в системах MeS-Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (Me = Mg, Ca, Sr, Ba) // Вестник ТюмГУ. - 2001. № 3. С.192-197.
16. Asadov S. M., Solmaz Mustafaeva, Vladimir Lukichev Modifying the Dielectric Properties of the TlGaS<sub>2</sub> Single Crystal by Electron Irradiation // Russian Microelectronics 2020. V.49, № 4. P. 263-268. DOI:10.1134/S1063739720040022
17. Singh N.B., Suhre D. R., Green K. A., Fernelius N. C., Hopkins F. K. Noncollinear optical parametric oscillator design for walk-off reduction in GaSe crystals// Opt. Eng. -2003. Vol. 42, № 11. - P. 3270-3273.
18. Kenmochi A., Tanabea T., Oyama Y., Suto K., Nishizawa J.-i. Terahertz wave generation from GaSe crystals and effects of crystallinity// J. Phys. Chem. Sol. -2008. -Vol. 69. № 2-3. - P. 605-607.
19. Ahmedova C. Phusico-chemical and X-ray structural investigation of alloys of the As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-TlInTe<sub>2</sub> system // Norwegian Journal of development of the International Science No 89/2022. P. 13-18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6912603>
20. Ahmedova C. Synthesis and investigation of glass formation and properties of obtained phases in the As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-TlInSe<sub>2</sub> system. Norwegian Journal of development of the International Science No 87/2022. P. 12-17. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6778279>
21. Ahmedova C. Chemical interaction and glass formation in the As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>-TlInS<sub>2</sub> system and the properties of obtained phases // The scientific heritage No 93 (2022). P. 7-11.
22. Хворостенко А.С. Халькогениды мышьяка. Обзор из серии Физические и химические свойства твердого тела. - М., 1972. 93 с.
23. Гусуйинов Г.Д., Сейдов Ф.М., Пащаев А.М., Халилов Х.Я., Нани Р.Х. Исследование системы TlS-GaS. Изв. АН СССР. Неорган. материалы. 1972. Т.7. № 1. С.1-2.

# HISTORICAL SCIENCES

УДК 904:623.444.6(477.85)"13"

## FINDINGS OF BLADE WEAPONS AND ITS ELEMENTS ON THE FOREST IN THE ZELENA LYPA IN MIDDLE TRANSNISTRIA

**Pyvovarov S.**

*orcid.org/0000-0003-2303-4476*

*Doctor of Historical Sciences, Professor*

*Senior researcher at the Department of Medieval History*

*I. Krypiakevych Institute of Ukrainian Studies, NAS of Ukraine*

### **ЗНАХІДКИ КЛІНКОВОЇ ЗБРОЇ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ НА ГОРОДИЩІ В ЗЕЛЕНІЙ ЛІПІ У СЕРЕДНЬОМУ ПОДНІСТРОВІ**

**Пивоваров С.**

*orcid.org/0000-0003-2303-4476*

*доктор історичних наук, професор*

*старший науковий співробітник відділу історії середніх віків*

*Інституту українознавства ім. І. Крип'якевича НАН України*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10053805>

#### **Abstract**

Ukrainian historiography pays considerable attention to the study of finds of medieval weapons. Thanks to this, significant information has been accumulated about the origin and period of use of various types of weapons, changes in their typology, functional purpose and technology have been traced production. Over the past decades in many publications about weapon finds, their clear classification and chronology were determined. However, medieval weapons have been researched rather unevenly, with particularly little data about the period of the second half of the 13th – 14th centuries, which is very fragmentarily covered in written documents. In particular, the issues regarding distribution of bladed weapons of that time (medieval fascine knife, kords, combat knives, boot knifes) on medieval archaeological objects. In this regard, the materials received are important during the study of the settlement Zelena Lypa in Middle Transnistria.

The article is devoted to the publication of the blade weapons and their elements discovered by the author on the territory of the settlement. Most of the finds are described in detail for the first time and compared with European materials. A whole kord sample, a fragment of a point from another blade, a guard, a pommel, a bone pad on the hilt, three scabbard sheaths and four combat knives (boot knifes) is analyzed. Typology of artifacts is determined on the basis of numerous European analogues. The opinion is expressed that analyzed bladed weapons belonged to the auxiliary units of the settlement's pledge, in particular, archers and crossbowmen. The author proposes to classify as a weapons small knives. Due to the revealed numismatic and sfragistic material hillfort and finds of blade weapons from it date the 60–70s of the 14th century. It was during this period on Ukrainian and neighboring lands took place military and political events related to the decline of Galician Rus' and the conquest of its heritage by the Grand Duchy of Lithuania and by the Kingdom of Poland and the formation of the Moldavian principality.

#### **Анотація**

Вітчизняна історіографія приділяє значну увагу вивченю знахідок середньовічної зброї на українських землях. Завдяки цьому накопичено значні відомості про походження й період використання різних видів зброї, простежені зміни в її типології, функціональному призначенні та технології виготовлення. У роботах останніх десятиліть узагальнені матеріали про знахідки зброї, проведена їхня чітка класифікація та визначена хронологія. Проте середньовічне озброєння досліджено досить нерівномірно, особливо мало даних про добу другої половини XIII – XIV ст., яка вкрай уривчасто висвітлена в писемних документах. Зокрема, ю досі не повністю проаналізовані питання про поширення тогочасної клинкової зброї (кордів, тесаків, ножів «захалявників») на середньовічних пам'ятках. В цьому плані є важливими матеріали, отримані під час вивчення городища в Зеленій Липі в Середньому Подністров'ї.

Стаття присвячена публікації виявленого автором клинкового озброєння та його елементів на території пам'ятки. Більшість знахідок вперше детально описуються й порівнюються із європейськими матеріалами. Аналізуються цілий екземпляр корду, уламок вістря від іншого клинка, гарда, навершя, кістяна накладка на руків'я, три окуття піхв та чотири бойові ножі (захалявники). На основі численних європейських аналогів визначається типологія артефактів. Висловлюється думка, що клинкове озброєння належало допоміжним загонам залоги (гарнізону) городища, зокрема, лучникам й арбалетникам. Автор пропонує відносити до клинкового озброєння бойові ножі малих розмірів. Завдяки виявленому нумізматичному

і сфрагістичному матеріалові городище і знахідки клинкового озброєння з нього датуються 60-70 місяцями XIV ст. Саме в цей період на українських землях та сусідніх територіях відбувалися військово-політичні події пов'язані із занепадом Галицької Русі та завоювання її спадщини Великим Литовським князівством й Польським королівством та утворенням Молдавського князівства (господарства).

**Keywords:** Middle Ages, Galicia-Volyn state, Middle Transnistria, Zelena Lypa, military affairs, arms, bladed weapons, kord, combat knives.

**Ключові слова:** Середньовіччя, Галицько-Волинська держава, Середнє Подністров'я, городище Зелена Липа, військова справа, предмети озброєння, клинкова зброя, корд, бойові ножі.

**Постановка проблеми.** Вивчення озброєння із фортифікацій Середнього Подністров'я дозволяє отримати якісно нову інформацію, практично відсутню в писемних джерелах, про складні й суперечливі події, які розгорталися на південно-східних землях Галицької Русі після 1349 року. Певне світло на їх перебіг проливають матеріали з городища в с. Зелена Липа (Дністровського р-ну, Чернівецької обл.).

Городище є однією із добре вивчених пам'яток Середнього Подністров'я. Фортифікації, від яких збереглися масивні вали та глибокі рови, розміщені в урочищі Городище (Щовб). Воно розташовується на високому мисі, утвореному корінним берегом Дністра та долиною р. Зіньків (Заньків), у північно-східній околиці села. Пам'ятка (в історіографії відома також як Перебиківське городище) була виявлена Б.О. Тимошуком і досліджувалася ним у 1969–1970 рр. [27, 1–10; 28, 291–292; 29, 12–13; 30, 87–93, 182]. Знайдені на городищі матеріали дозволили досліднику визначити час його існування в межах другої половини XIII – середини XIV ст. Нові роботи по вивченням пам'ятки були здійснені експедицією під керівництвом автора протягом 2000–2004 рр. та дослідженнями у 2008–2009 рр. [12, 85–86; 16, 171–182; 17, 100–112; 18, 204–215; 19, 120–124; 20, 24–30; 21, 103–126; 22, 365–370; 23, 58–62; 24, 35–33; 14, 140–149; 15, 85–93; 10, 119–142].

Вивчення городища дозволило отримати цінні дані про різні сторони діяльності його гарнізону і час функціонування цієї неординарної пам'ятки у регіоні. Перш за все привертають увагу оборонні укріплення пам'ятки, які були збудовані за чітким планом і вимагали застосування праці чисельного колективу людей. Оборонна система городища складається із 4 смуг (вали і рови), які захищали центральний майданчик городища із напільнної сторони та закінчення мису. Така ешелонована оборонна система до якої входили, очевидно, ще й дві дерев'яні башти розташовані з обох кінців мису, дозволяла досить ефективно захищати територію загальною довжиною близько 380 м, а з боку кінця мису – 25 м.

Центральна площастика городища була забудована спорудами різного призначення. Так, у центрі знаходився великий дерев'яний будинок, нижче ще один двоповерховий будинок для воїнів, по краю площастика зафіксовані сліди ще від шести наземних приміщень менших розмірів, а також конюшень і господарських будівель. Всі будівлі були споруджені із дерева, більшість із них мали кам'яні фундаменти, складені без зв'язуючого розчину.

Під час досліджень культурних нашарувань городища зафіксовано сліди тривалої облоги і штурму. По всій площи пам'ятки простежуються вугільно-попільні лінзи, особливо на місці споруд, які говорять про пожежі на городищі. В різних місцях центральної площастики виявлені хаотично розкидані предмети озброєння, знаряддя праці тощо. Все це свідчить, на нашу думку, що укріплення були знищені під час потужної атаки, яка, очевидно, відбувалася із різних сторін.

**Мета статті** – детально описати й схарактеризувати знайдене клинкове озброєння та його елементи на городищі в Зеленій Липі, визначити його типологію та датування.

**Виклад основного матеріалу.** Одну із найчисленніших категорій знахідок на пам'ятці становлять предмети озброєння та спорядження вершника і бойового коня. Серед них на особливу увагу заслуговують знахідки клинкової зброї та її елементів.

До них відноситься, в першу чергу, цілий екземпляр великого бойового ножа – корда та фрагменти гарнітури від аналогічного озброєння. Це уламок леза, гарда (перехрестя), навершя, рогова накладка на руків'я та 3 окуття нижньої частини піхв кордів чи тесаків. Окрему групу знахідок складають бойові ножі малих розмірів (цилий екземпляр та 3 уламки).

Цілий екземпляр корда був виявлений у 2003 р. в північно-східній частині центральної площастики городища, в руїнах однієї із наземних споруд (№6), можливо житла. Ніж відносно добре зберігся, його реставрацію у 2013 р. здійснено фахівцями Музею Шереметьєвих в Києві.

Корд (Рис.1) має однобічне лезо (в середній частині є невелика вищербина) і спеціальний виступ – нагель, який прикривав й захищав руку та сприяв кращій фіксації в піхвах. Загальна довжина ножа становить 415 мм (290 мм довжина леза, 125 мм – руків'я), найбільша ширина леза 38 мм, ширина ручки – 21–30 мм, товщина леза 5 мм. Нагель має висоту 22 мм, довжину – 30 мм, товщину – 10x10 мм. На руків'ї є три насірзних отвори (діаметр 3–4 мм) для кріплення дерев'яних (кістяних) накладок. Кінець руків'я має заокруглення. Лезо ножа трикутне в перетині (товщина 5 мм), руків'я – прямо-кутне із овальним заглиблением з одного боку. Важить корд 345 г.

За типологією європейських дослідників подібні корди відносяться до бойових ножів із прямою спинкою, однобічним клинком, нагелем, які не мають гарди та завершення руків'я. Так, польські дослідники відносять такі корди до I типу [35, 333],

а чеські науковці до типу Аз [41, 208-209]. Велике різноманіття кордів в європейських старожитностях і досить довгий час їх побутування дозволяє скласти типологію й окремих елементів цієї клинкової зброї. Наприклад, нагель із зеленолипського корда відповідає типу t<sub>12</sub> за класифікацією П. Жаковського [41, 449].

На городищі трапився також фрагмент верхньої частини леза (вістря) від іншого корду (Рис. 2, 1). Його збережена довжина становить 115 мм, ширина у місці зламу – 15 мм, товщина – 8 мм. На відміну від попереднього корду даний уламок вістря (часто ще називають - грот) значно вужчий й більш придатний для нанесення колючого удару.

До елементів корду відноситься й двобічне перехрестя (гарда) (рис.2, 5), яке виявлено на пам'ятці. Воно досить масивне й виготовлено з одного шматка заліза. Верхня частина перехрестя складається із 2-х рамен, поєднаних посередині широкою втулкою. Всередині втулки є наскрізний овальний отвір. Перехрестя має висоту 45 мм, ширина втулки у верхній частині становить 45 мм, в нижній – 36 мм, діаметр – 26x16 мм. Висота гарди – 53 мм, ширина – 90 мм. Рамена мають ширину 23 і 22 мм, висоту – 20 мм, товщину – 10 мм. З одного боку втулка деформована (сплюснута). На одній стороні гарди на віддалі 20 мм від нижнього краю зберігся штифт (шпеник), який виступає всередині втулки. Вага гарди становить 80,5 г.

За класифікацією П. Жаковського такі гарди відносяться до типу За й характеризуються профільованими раменами. Корди з такими гардами відомі на середньовічних землях Польщі та Чехії [41, 342-344, obr. 297].

Очевидно, до корду чи тесака відноситься навершя (рис.2,6), яке було виявлено в руїнах споруди №4. Воно складається із двох поєднаних частин, кожна з яких пласка й має з одного боку дзьобоподібний виступ. Внизу навершя є наскрізний отвір, можливо для кріплення темляка чи штіфта. На поверхні однієї з пластин виступає штифт для фіксації руків'я корда. Довжина навершя становить 37 мм, ширина – 25 мм, товщина пластин – 5 мм, ширина дзьобоподібного виступу 10 мм. За класифікацією П.Жаковського дане навершя близьке до типу F, якому притаманні асиметричність із дзьобоподібним завершенням руків'я кордів.

В період існування городища навершя корду, вірогідно, було знято із руків'я для ремонту (?) й скріплено штіфтом для запобігання втрати пластин. У збережених екземплярів кордів такі пластини накладалися на обидва боки ручки бойового ножа й поєднувалися штіфтами, утворюючи навершя зброї. Дано знахідка може говорити про факт ремонту озброєння на пам'ятці.

До складових елементів корду з пам'ятки відноситься й накладка на руків'я (Рис. 2,7). Вона виготовлена з оленячого рогу, можливо, місцевим воїном. Загальна довжина накладки - 120 мм, найбільша ширина – 28 мм, товщина – 5-3 мм. Зовнішня сторона пластини відшліфована, а на зворотній збереглися сліди розпилювання. Накладка зверху має виступ шириною 5 мм, для фіксації

руки, подібний виступ менших розмірів є й внизу. Нижній кінець накладки має трикутникоподібну форму, й очевидно, повторює форму залізного руків'я корду. На її поверхні є 4 просвердлені отвори два зверху (діаметром 4 і 2 мм) й по одному на середині й в нижній частині, обидва діаметром 2 мм. Краї накладки носять сліди обрізування, але не зашліфовані, як зовнішня поверхня. Можливе це свідчить про прилаштування накладки до корду в польових умовах, або про заготовку, яка не була остаточно допрацьована.

Під час дослідження городища знайдено 3 металевих вироби, які пов'язуються із оздобленням піхв бойових ножів. Це один мідний і два залізних окуття кінцівок піхв.

Мідний наконечник (Рис. 2,2) має конусоподібну форму, зважуючись донизу. Він виготовлений із одного тонкого листа металу, кінці якого заходять один за одного й з'єднані клепанням. Зверху наконечник прикрашений потрійним обідком із тонкого мідного дроту, який також додатково скріплював верхню частину. Висота наконечника 51 мм, зверху він має діаметр 26x18 мм, знизу - 15x15 мм. Його кінцівка підквадратна і з боків підклепана до середини, але не суцільно, позаяк всередині залишився невеликий отвір. На зовнішній поверхні наконечника ледь помітні сліди посріблення.

Два інші наконечники залізні (Рис. 3-4), вони також конусоподібні й зроблені із заліза товщиною 2 мм. Кінці металу з'єднані склепуванням. Розміри першого наконечника: висота 60 мм, зверху діаметр 21x12 мм, знизу – 9x7 мм. Розміри другого – висота 45 мм, зверху діаметр 22x13 мм, знизу – 13x10 мм.

Піхви кордів зазвичай виготовлялися із шкіри й їх кінцівки мали окуття. Останні укріплювали нижню частину піхв й служили їх декоративно-оздоблювальним елементом. На багатьох середньовічних мініатюрах знаходимо зображення знатних осіб, солдат, міщан і др. озброєних кордами у піхвах із наконечниками й підвішеними до поясу [41, 460-470, obr.401,410, 418, 420].

Залізні наконечники піхв із Зеленої Липи знаходять прямі аналоги серед моравських старожитностей [41, 464 obr. 403] там же відшукуємо й схожі мідні окуття великих бойових ножів [41, 469, obr. 409].

Корди були широко відомі на європейських землях. Вони з'явилися, очевидно, ще в кінці XIII ст., а найбільшого поширення набули у XIV-XVI ст. на землях Німецьких князівств, Швейцарії, Скандинавії, Польщі, Литви, Чехії, Угорщини. В основі назви цієї холодної зброї лежить італійське слово «cortelas», яким позначався великий ніж, в німецькомовних країнах на його основі виникли – “kordalatsch, kordaher” а згодом – корд. Під ним розумівся великий бойовий ніж із однобічно загостреним лезом та нагелем. Довжина такого типу ножів становила від 19 до 74 см. Для їх позначення використовувалися також терміни хаусвер (з нім. Hauswechre – захисник жител) чи бауернвер (з нім. Bauernwehr – захисник селян), досить часто їх в

писемних джерелах також називають – тесаки. Точного розподілу за певною назвою не існує, кожний із дослідників висуває свої критерії для визначення конкретного типу. Вважається, що віднесення таких ножів до хаусверів і бауернверів зроблено скоріше сього за соціально – функціональним принципом (зброя, що носилася міським і сільським людом щоденно) [3, 213; 34, 332-333; 35, 95-106; 38, 461-472; 39, 105-159; 40, 501-516; 41, 18-22].

Корди набули найбільшої популярності серед нижчих соціальних прошарків європейського суспільства, адже існувала заборона на носіння лицарських мечів, всім крім дворянства. Тому корди й інша коротка холодна зброя (тесаки, корделяси), призначенні для самооборони стали надзвичайно популярними у простого люду, вони кріпилися до поясу з лівого боку і складали один із елементів цивільного костюму.

На городищі в Зеленій Липі корди, очевидно, були озброєнням піших воїнів арбалетників та лучників, які складали допоміжні загони місцевої залиги. Знахідки на пам'ятці острогів, кінських вудил й кінських підків передбачала наявність лицарського контингенту озброєного мечами та списами.

Серед знахідок з городища привертають увагу цілі екземпляри та уламки ножів. Більша частина із них мала утилітарне призначення, зокрема, під час приготування та вживання їжі. Зазвичай такі ножі мають загальну довжину 80-100 мм. Разом із тим на пам'ятці знайдено ножі більших розмірів. Пропонуємо їх віднести до типу малих бойових ножів.

До них відноситься цілий екземпляр черешкового ножа (рис.3,1), який має загальну довжину 205 мм (довжина клинка – 124 мм, руків'я – 81 мм), найбільшу ширину -22 мм, товщину 4 мм. Клинок від руків'я відділяється виступом шириною 10 мм. На ручці ножа збереглися 3 залізні штифти, якими до неї кріпилися дерев'яні чи кістяні накладки. Посередині ручки на одній з сторін є повздовжня виїмка довжиною 67 і шириною 4 мм. На спинці є зріз, який зменшує ширину клинка до 17-12 мм. Кінчик ножа має підтрикутну форму. Другий ніж (Рис.3,2) фрагментований (втрачений кінчик і частина ручки). Його загальна довжина 140 мм (довжина клинка 114 мм, руків'я – 26 мм), ширина – 15 мм, товщина – 3 мм. На ручці зберігся штифт для кріплення накладок й сліди повздовжньої виїмки, як і у попереднього екземпляру. Інші фрагменти ножів представлені лише уламками клинків, довжина одного (Рис. 3,3) 140 мм, ширина -18 мм, товщина – 3 мм; наступного (Рис.3,4) – довжина - 90 мм, ширина – 14 мм, товщина – 3 мм.

В історіографії неодноразово відзначалося, що середньовічні ножі загальною довжиною від 150 до

400 мм варто відносити до типу бойових (32, 156-157). Такого типу ножі з успіхом могли використовуватися на полюванні та в рукопашному бою. Їх знахідки на пам'ятках княжої доби засвідчують широке застосування аналогічних ножів ще у XI – першій половині XIII ст. (8, 56-57; 7, 153; 25, 55-56).

Бойові ножі й в більш пізній час призначалися для нанесення рубляче-ріжучих та ріжучо-січних ударів. Вони, як правило носилися в шкіряних футлярах, або ж засовувалися за чобіт «захалявники» (21, 106). Разом із тим, слід відзначити, що чітких критеріїв для виділення середньовічних бойових ножів ще не визначено (9, 147-148).

На українських землях знахідок середньовічного клинкового озброєння виявлено чимало. Проте опублікована тільки невелика його кількість (5, 57-58; 26, 125-133). Інша частина знахідок, добута «чорними археологами», потрапила до збірок колекціонерів та продається через аукціони. Більшість із них депаспортизований час їх використання визначається в межах століття, або ж декількох століть. Навіть коли такий артефакт потрапляє до музеїного зібрання достовірність його знахідки та прив'язка до місцевості завжди під питанням.

На цьому фоні клинкова зброя та її фрагменти виявлені на городищі в Зеленій Липі мають суттєві переваги. Адже місце знахідки і супутній комплекс предметів з пам'ятки добре відомі й чітко датуються.

Під час дослідження городища в закритих комплексах, в тому числі із елементами клинкової зброї, було знайдено 11 монет й печатку-матрицю. Серед них добре датованими є 5 обрізаних празьких грошів Яна Люксембургського (1311-1346 рр.) та Карла IV (1346-1378 рр.), 2 наслідуванням гюлстанським дірхемам (денгам) хана Золотої Орди Джанібека, типу 752 року хіджри (1351/1352 рр.) чи 753 р.х. (1352/1353 рр.) й денарій угорського короля Людовіка I (Лайоша) (1342-1382 рр.). Крім того на пам'ятці знайдена свинцева матриця печатки молдавського воєводи Богдана I (1363–1367 рр.). Всі ці нумізматичні та сфрагістичні матеріали дозволяють датувати городище й знахідки клинкової зброї з нього 60-70-ми роками XIV ст.

**Висновки.** Підсумовуючи зазначене констатуємо, що знахідки клинкової зброї з зелено-липівського городища мають чіткі аналогії серед європейського матеріалу. Разом із іншими типами озброєння з городища вони засвідчують перебування на землях регіону військових формувань із сусідніх держав й їх участі у бойових діях в Середньому Подністров'ї.

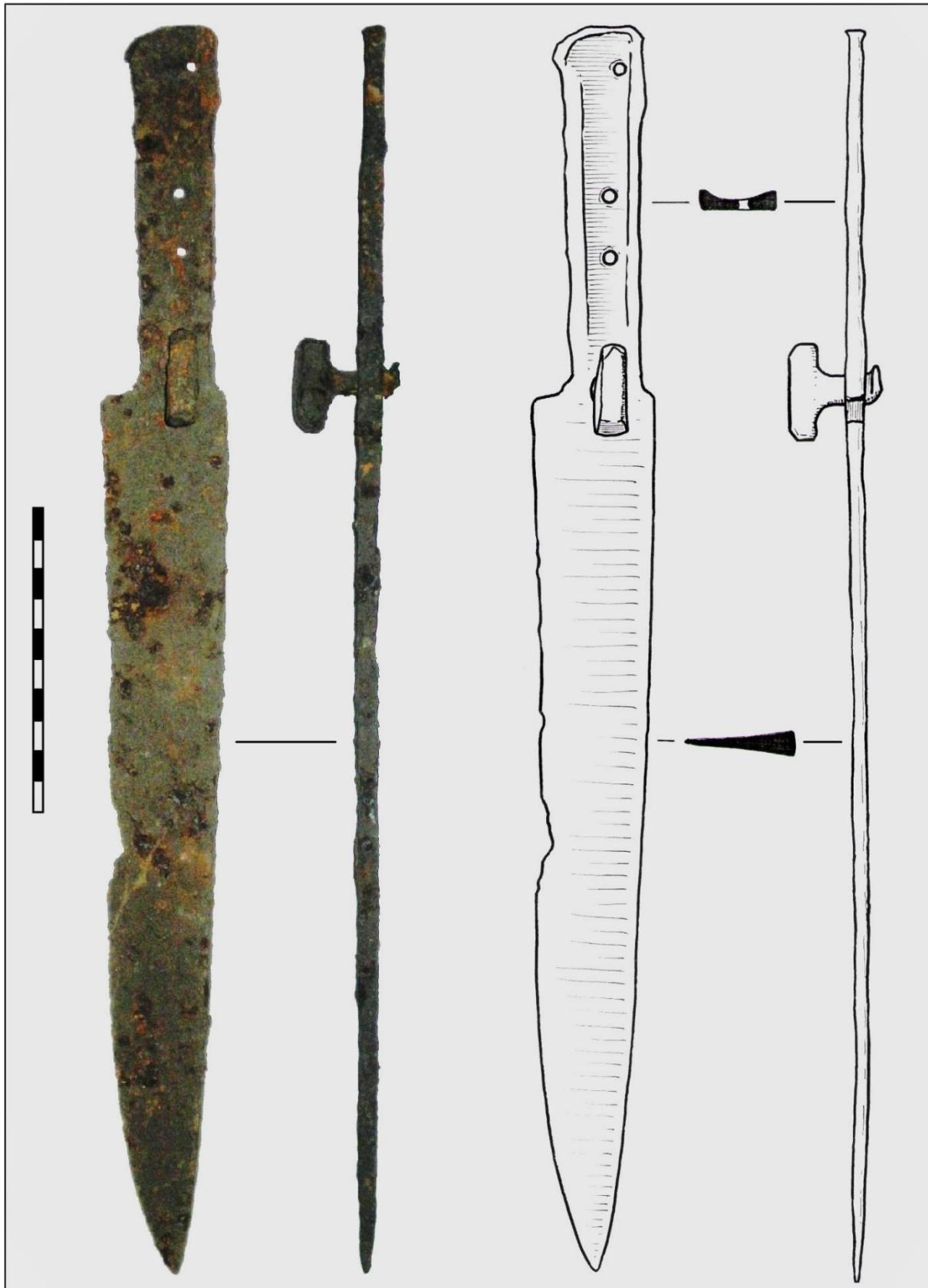


Рис. 1. Корд із Зеленої Липи (фото і прорисовка)



Рис. 2. Елементи клинкової зброї з городища: 1 – вістря корда, 2-4 – наконечники піхв, 5 – гарда, 6 – навершя, 7 – рогова накладка на руків'я.



Рис. 3. Бойові ножі «захалявники».

**Список літератури:**

1. Бережинський В. Г. Зброя Київської Русі. Кінджал. Київ, 1997. 33 с.
2. Бережанський В.Г. Озброєння війська Київської Русі. Археологія. 1998. №2. С. 138–147.
3. Бохан Ю. Еще раз к вопросу об особенностях вооружения белорусских земель Великого княжества Литовского в конце XIV–XV вв. История давньої зброй. Дослідження 2016 р. Київ: Ін-т історії України НАНУ, 2017. С. 205–225.
4. Відейко М.М. Питання реконструкції озброєння учасників Гріонвальдської битви: Київська хоругва. Археологія і давня історія України. Вип. 5. Археологія: від джерел до реконструкцій. Київ: ІА НАНУ, 2011. С. 231–240.
5. Возний І. Середньовічні корди з території Середнього Подністров'я. Питання стародавньої та середньовічної історії, археології та етнології. Чернівці: «Друк Арт», 2013. Т.2 (36). С. 53–61.
6. Догерти М.Д. Средние века. Искусство войны. Москва: АСТ Астрель, 2010. 215 с.
7. Звяруга Я. Даследаванне Мікольськага Селішча. *Castrum urbis et bellum*. Зборнік науковых праць. Баранавічы: Баранав. Узбуйн. Друк, 2002. С. 146–184.
8. Колчин Б.А. Желеообрабатывающее ремесло Новгорода Великого (Продукция и технология). Труды Новгородской археологической экспедиции. Материалы и исследований по археологии СССР. №65. Москва: Изд-во АН СССР, 1959. Т. II. С.7–120.
9. Крыганов А.В. Азиатские элементы в вооружении раннесредневековых восточноевропейских кочевников. Военное дело древнего и средневекового населения Северной и Центральной Азии. Новосибирск, 1990. С. 71-80.
10. Михайлина Л., Однороженко О., Пивоваров С. Печатка воеводи Богдана. Сфрагістичні знахідки з городища XIV ст. в с.Зелена Липа та їх значення для вивчення історії формування державної геральдики Молдовського господарства. Сфрагістичний щорічник. Київ: НАН України і др., 2013. С. 119–142.
11. Окшот Э. Археология оружия. М.: Центрполиграф, 2006. 298 с.
12. Пивоваров С. Гральні кості з городища в Зеленій Липі. Буковинський історико-етнографічний вісник. Чернівці: Золоті літаври, 2001. Вип. 3. С. 85–86.
13. Пивоваров С. Нумізматичні пам'ятки Буковини. Чернівці: Зелена Буковина, 2002. 248 с.
14. Пивоваров С., Федорук А. До питання про найманство Галицької Русі XIV ст. (за матеріалами розкопок городища в с. Зелена Липа). Питання стародавньої та середньовічної історії, археології та етнології. Чернівці: Золоті літаври, 2002. Т. 1. С. 140–149.
15. Пивоваров С., Федорук А. Археологічні дані про арбалетне озброєння на Буковині (за матеріалами розкопок городища в с.Зелена Липа). Музейний щорічник. Чернівці: Золоті літаври, 2003. Вип. 2(24). С. 85-93.
16. Пивоваров С.В. Середньовічні нумізматичні матеріали в археологічних комплексах Буковини. Науковий вісник Чернівецького університету: Збірник наукових праць. Історія. Політичні науки. Міжнародні відносини. Вип. 173–174. Чернівці: Рута, 2003 (а). С. 171–182.
17. Пивоваров С.В. Празькі гроши з городища в Зеленій Липі. Питання стародавньої та середньовічної історії, археології та етнології. – Чернівці: Золоті літаври, 2003 (б). Т. 1 (15). С. 100–112.
18. Пивоваров С.В. Середньовічне озброєння з городища XIV ст. в Зеленій Липі. Археологічні студії. Київ-Чернівці: Зелена Буковина, 2003 (в). Вип. 2. С. 204–215.
19. Пивоваров С. Озброєння воїна XIV ст. з Середнього Подністров'я (за даними археологічних розкопок в с.Зелена Липа). Матеріали V конгресу Міжнародної асоціації україністів. Історія: Збірник наукових статей. Чернівці: Рута, 2003 (г). Ч. 1. С. 120–124.
20. Пивоваров С.В. Арбалетне озброєння в середньовічних старожитностях Буковини. Вісник національного університету „Львівська політехніка“. Держава та армія. Львів: Львівська політехніка, 2004. №502. С. 24–30.
21. Пивоваров С.В. Археологічні матеріали XIV ст. з пам'яток межиріччя Верхнього Пруту та Середнього Дністра. Suceava. Anuarul complexului muzeal Bucovina. Suceava, 2007. Т.XXXI-XXXIII. Р. 103–126.
22. Пивоваров С. Городище другої половини XIV ст. в с.Зелена Липа на Буковині. Проблеми давньоруської та середньовічної археології. Археологія та давня історія України. Київ: ІА НАНУ, 2010 (а). Вип. 1. С. 365–370.
23. Пивоваров С. Військова справа середньовічного населення Буковини. Воєнна історія Галичини та Закарпаття. Науковий збірник. Матеріали Всеукраїнської наукової військово-історичної конференції. Київ, 2010 (б). С. 58–62.
24. Пивоваров С. Корд (хаусвер) другої половини XIV ст. із городища в Зеленій Липі. Питання стародавньої та середньовічної історії, археології та етнології. Чернівці: Золоті літаври, 2012. Т. 2 (34). С.25–33.
25. Плавінські М.А. Нарисы гісторыі клінковай зброй X-XIII стагоддзяу на Беларусі. Мінск: видавець І.П.Логвіна, 2009. 156 с.
26. Січевський С., Безкоровайна Ю., Прокопенко В. Корди: пізньосередньовічна зброя з надходжень Національного музею історії України. Історія давньої зброй. Дослідження 2016. Т.ІІ. Київ: Видавець Олег Філюк, 2017. С. 125–133.
27. Тимошук Б.О. Звіт про розкопки древньоруського городища в с.Перебіківці Хотинського району Чернівецької області в 1969 р. Науковий архів Інституту археології НАН України. ФЕ. №5502. 1969. 10 с.
28. Тимошук Б.А. Военная крепость XIII-XIV вв. на Среднем Днестре. Археологические открытия 1969. Москва: Наука, 1970. С. 291–292.
29. Тимошук Б.О. Археологічні дані про приналежність Північної Буковини до Галицької Русі в

- XII – XIV ст. Минуле і сучасне Північної Буковини. Київ: Наукова думка, 1972. С. 7–13.
30. Тимошук Б.О. Давньоруська Буковина. – К.: Наукова думка, 1982. 206 с.
31. First S. Uzbrojenie oddzialow mieskich w sredniowieczu na przykładi miast slaskich. Archeologia Historica Poliona. Warszawa, 1998. T.7. S. 170–196.
32. Glinianowicz M. Stan badan nad uzbrojeniem poznosredniowiecznym w Malopolsce. Acta Militaria Medievalia. 2005. T.I. S. 143–164.
33. Glosek M. Bron biala dluga. Uzbrojenie w Polsce sredniowiecznej 1350–1450. Lodz, 1990. S. 111–130.
34. Golinski M. Uzbrojenie mieszczanskie na Slasku od polowy XIV do konca XV wieku. Studia i Materiały do Historii Wojskowosci. Warszawa, 1990. T.33. S. 3–64.
35. Michalak A. Kord czy noz bojowy? Uwagi o recepcji pewnej kategorii uzbrojenia plebejskiego na ziemsach polskich, na marginesie znalezisk z Zar. Biblioteka Archeologii Środkowego Nadodrza. Zelena Gora. 2004. Z.2. S.332–346.
36. Michalak A. O chronologii korda z Lutola Mokrego, pow. Miedzyrzecz uwag kilka. Ziemia Miedzyrzecka sladami historii. Miedzyrzecz - Zelena Gora, 2005. S. 95–106.
37. Nowakowski P.A. Arsenaly domowe rycerstwa polskiego w sredniowieczu. Torun, 2006. 425 s.
38. Žákovský P. Tesáky ze sbirek Státního hradu Zvíkova. Castellogica Bohenica. Praha, 2008. 11. S.461–472.
39. Žákovský P. Středověké a raně novověké militaria ze sbirek Lovecko-lesnického musea v Usově na Moravě. Acta Militaria Medievalia. 2011 a. VIII. S. 105–159.
40. Žákovský P. Tesáky s prořezávanými zaštitními trny z moravských sbirek. Archeologicke rozhledy. 2011 b. LXIII. S. 501–516.
41. Žákovský P. Tesáky a problematika jednosečných zbraní středověku a raného novověku. Brno, 2014. 584 s.

## ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF INHALATION THERAPY FOR OBSTRUCTIVE SYNDROME ARISING FROM A BACKGROUND OF ACUTE RESPIRATORY INFECTIONS IN CHILDREN

Makhmudov I.  
Mustafayeva S.

Department of Childhood Diseases AMU I  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054527>

### Abstract

In pediatric practice, broncho-obstructive syndrome, which occurs against the background of acute respiratory infections, is considered one of the most common serious problems. Inhalation therapy is considered one of the methods of drug administration for the drug treatment of acute respiratory diseases in children. For this purpose, various types of inhalers are used in medical practice. In this study, we present a comparative analysis of the effectiveness of therapy with ultrasonic inhalers in the treatment of obstructive syndrome caused by CRI.

**Keywords:** acute respiratory infection, child, broncho-obstructive syndrome, treatment, ultrasonic inhaler.

Acute respiratory infections (ARI) are one of the most common reasons for parents to visit a pediatrician on an outpatient basis. This is especially true for children 3-7 years old, on the one hand, age-related characteristics of the respiratory system (relative hypersecretion of mucus secretions, weakness of the barrier function of the epithelium) and deficiency of immune reactions (narrow range of repertoire). B cells, secretory IgA and other nonspecific immune defense factors), on the other hand, this is determined by the fact that in educational institutions children are more likely to come into contact with sick peers [2]. It is known that uncomplicated CRI, regardless of the frequency of occurrence, practically does not cause diagnostic difficulties and is not an indication for involving a child in an immunological examination. After most of these repeated CRIs, both acquired and innate nonspecific immune responses are formed and consolidated in the child's body. Typically uncomplicated CRI in pediatric practice usually does not require pharmacological intervention or responds well to symptomatic therapy [1, 3].

The vast majority of CRIs are etiologically caused by viral diseases. However, some types of these viruses (respiratory syncytial viruses, C-type metapneumoviruses, etc.) interact more aggressively with epithelial and immunocompetent cells of the respiratory tract, which leads to the development of complications such as bronchial obstruction [2-5]. Broncho-obstructive syndrome (BOS) is considered one of the most serious problems in children, especially early childhood. Thus, in children who have suffered acute obstructive bronchitis (COB) and acute bronchiolitis (AB) in the first months of life, a recurrent course of broncho-obstructive syndrome is more often observed, accompanied by a decrease in functional parameters of the lungs [5]. Long-term studies have established that one of the main causes of the development of bronchial obstruction is repeated acute respiratory infections [1-2]. In children, the incidence of lower airway obstruction in CKD ranges from 5% to 40%. The frequency of biofeedback is higher (30-40% of cases) in children with a complicated family history of allergic diseases. In older children, obstruction syndrome that occurs against the background of chronic renal failure usually occurs in

the form of COPD, and in the early years - in the form of CB. In the pathogenesis of broncho-obstructive syndrome, an important role is played by inflammatory infiltration and swelling of the bronchial mucosa, caused by inflammatory hyperreactivity of the bronchi, as well as hypersecretion of sticky mucus and bronchospasm. Modern therapy for BOS, which develops against the background of chronic renal failure, requires an integrated approach to the patient, taking into account these features of pathogenesis. Thus, in the treatment of BOS, in addition to traditional drug therapy, great importance is attached to the inhalation of drugs for local action. It should be remembered that in all cases of BOS, even with mild respiratory failure, the most optimal method of treatment is the administration of drugs by inhalation [4]. Inhalation therapy is based on spraying into the respiratory tract (sites of inflammation) a drug prepared as a solution in the form of a moist aerosol. In this case, the introduction of the drug into the respiratory tract in the form of small particles that disintegrate to a size of 2-5 microns serves to enhance its effect. However, it should be remembered that the effectiveness of inhalation therapy in 80-90% of cases depends on strict adherence to the rules of the procedure. In addition to reducing the risk of adverse events and accelerating the development of clinical response to a drug, direct administration of drugs into the respiratory tract also allows the use of the same group of drugs at lower doses compared to traditional methods of treatment. On the other hand, inhalation therapy carried out during biofeedback not only normalizes the child's breathing rhythm due to additional humidification of the respiratory tract, but also ensures the delivery of drugs directly to the target organ with less risk compared to traditional therapy (orally, intravenously, and intramuscularly), and provides a clinical effect in a short time. Depending on the technical parameters, there are 2 types of inhalers used in pediatric practice: compressor inhalers (CI) - using a flow of compressed air or oxygen; ultrasonic inhalers (UI) – use the energy of high-frequency vibrations of piezoelectric crystals.

Previously, compressor inhalers with the ability to spray the entire spectrum of medicinal substances were widely used in practice. However, their large size and

the noise generated during operation created some difficulties in their use, especially in infants. For this reason, ultrasonic inhalers (US) are more preferable for inhalation treatment of BOS in pediatric practice. Ultrasonic inhalers differ from CU in that medicinal substances in the form of solutions disintegrate into smaller aerosol particles (2-3 microns) and reach small bronchi and bronchioles with less loss, while being small in size. Size and quiet operation, which allows them to be used effectively even by young children.

Goal of the work. To evaluate the effectiveness of inhalation therapy in the treatment of broncho-obstructive syndrome in children with acute obstructive bronchitis (COB) and acute bronchiolitis (AB) developing against the background of CRI.

Material and methods. The studies were conducted in 27 children with acute obstructive bronchitis (COB)

and acute bronchiolitis (AB), developing against the background of CRI. For the purpose of comparative assessment of the therapeutic effect, the children were divided into 2 groups: in group I - drugs. administered in the traditional way (orally, intravenously and intramuscularly). administered to 8 children (6-KOB, 2-KB); In group II - 19 children (12 KOB, 7 KB) - in whom inhalation therapy was used along with traditional therapy. The observation groups did not include patients with congenital heart defects and bronchopulmonary diseases, cystic fibrosis, bronchopulmonary dysplasia and other genetic diseases. For the purpose of inhalation treatment, a small-sized and silent UI TsUN-60 was used. The severity of BOS based on expiratory dyspnea and the degree of cyanosis was assessed in points based on the table proposed by W. Tal et al. (1983) (Table 1).

Table 1

#### Assessing the severity of SBS W. Tal et al [1983]

Scores	Rf	Wheezing	Cyanosis	Involvement of accessory muscles in breathing
<b>0</b>	< 30	No	No	No
<b>1</b>	31-45	Respiratory terminal (auscultation)	Oral while screaming	(+)
<b>2</b>	42-60	Auscultative while inhalation and exhalation	Oral at rest	(++)
<b>3</b>	>60	Heard at distance	Generalized at rest	(+++)

Note: mild degree - 2-4 points; medium-heavy – 5-8 points; severe degree - 9-12 points.

The degree of respiratory failure was determined based on the results of laboratory studies of blood gas composition and oxygen saturation. Before and after the first inhalation of berodual ( $\beta$ -adrenergic agonist) and budesonide-pulmicort (glucocorticoid) pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, CaO<sub>2</sub> were determined in capillary blood for the purpose of comparative assessment of the effectiveness of inhalation therapy. If in the first group of patients with BOS and OB were treated with traditional methods (mucolytic, antipyretic, antiviral and antihistamine drugs), then in group II, along with these treatment methods, inhalation therapy with the indicated bronchodilators through IN was prescribed. Interpretation of results. On the first day of the disease, severe broncho-obstructive syndrome (9-12 points according to the W.Tal table) in group 1 in 2 patients (1 patient with COPD, 1-CB); moderate BOS (5-8 points) - in 2 patients, mild BOS (2-4 points) - in 4 patients, in group II: severe BOS-7 (of which 4 patients with CB); medium-heavy BOS-9; a mild form of BOS was observed in 3 patients. In group II, all patients from the first day of the disease until the complete elimination of BOS were prescribed inhaled bronchodilator therapy. These

patients were prescribed Berodual in a total volume of 0.5 ml (10 drops) (25 mcg of ipratropium bromide and 50 mcg of fenoterol hydrobromide per 1 kg of body weight 3 times a day) until the complete elimination of SBS. The drug Pulmicort (125-250 mg once a day, 2 times a day) was used in the treatment of patients who did not have sufficient effect from Berodual therapy.

When studying the ratio of pO<sub>2</sub> and Ps/Ts in capillary blood before and after the first inhalation, it was found that, compared with group I, significant positive changes in the dynamics of symptoms of respiratory failure are achieved faster in patients of group II. , especially during CP. This is explained by the fact that the UI splits solutions into smaller optimal particles and during inhalation treatment, drugs are delivered faster and without loss to the deeper small bronchi. On the other hand, observations have shown that in patients with acute bronchiolitis included in group II, compared with group I, it takes less time for complete and persistent elimination of symptoms of respiratory failure. A comparative description of the time required to eliminate respiratory failure for both groups is given in the following table (Table 2).

Table 2

#### Lack of breathing during traditional and inhalation therapy for SBS. Time required to resolve (in days)

Therapy method	Chronic obstructive bronchitis			Acute bronchiolitis
	Severe BOS	Moderate BOS	Mild BOS	
<b>Traditional</b>	n= 4	n=11	n=7	<b>n=5</b>
	3,8 n=1	2,8 n=2	2,2 n=4	6,5 n=1
<b>Inhalation (UI)</b>	3,4 n=3	3 n=9	2 n=3	4,2 n=4

Conclusion. Thus, the studies have determined that inhalation therapy, which provides complete and continuous elimination of symptoms of obstruction in children with COPD and CB, accompanied by acute obstructive syndrome, in a shorter time compared to traditional methods of treatment (due to the smaller size of aerosol particles, medicinal substances reach small bronchi and by creating conditions for delivery to the bronchioles) is more effective and convenient. The fact that the amplifiers used for this purpose are small in size and have a silent operating principle allows them to be used effectively even in infants who have increased obstruction and a negative reaction to additional noise. At the same time, the ease of operation, storage and transportation of a UPI with a timer with an automatic shutdown function after 10 minutes of use (a set of containers with medications, a compact bag), as well as its provision in a set of masks, inhalation tubes for the nose and mouth, prevent obstruction of the bronchopulmonary system .In case of illness, this device opens up wide possibilities for use even at home, regardless of the patient's age.

#### **References:**

1. Geppe N.A., Meleshkina A.V., Chebysheva S.N., Velikoretskaya M.D. Priorities in the management of children with bronchial obstruction against the background of an acute respiratory viral infection: what's new? Doctor.Ru. 2021;20(3):6-10 DOI: 0.31550/1727-2378-2021-20-3-6-10 // Геппе Н.А., Мелешкина А.В., Чебышева С.Н., Великорецкая М.Д. Приоритеты в тактике ведения детей с бронхиальной обструкцией на фоне острой респираторной вирусной инфекции: что нового? Доктор.Ру. 2021;20(3):6-10 DOI: 0.31550/1727-2378-2021-20-3-6-10/
2. Geppe N.A., Ivanova N.A., Kamaev A.V., et al. Bronchial obstruction due to acute respiratory infection in preschool children: diagnosis, differential diagnosis, therapy and prevention. M.: MedCom-Pro, 2019.// Геппе Н.А., Иванова Н.А., Камаев А.В., и др. Бронхиальная обструкция на фоне острой респираторной инфекции у детей дошкольного возраста: диагностика, дифференциальная диагностика, терапия и профилактика. М.: МедКом-Про, 2019.
3. Geppe N.A., et al. Acute respiratory tract infections in children. Diagnosis, treatment, prevention: clinical guidelines. M.: MedKom-Pro, 2020 // . Геппе Н.А., и др. Острые инфекции дыхательных путей у детей. Диагностика, лечение, профилактика: клиническое руководство. М.: МедКом-Про, 2020
4. Mizernitsky Yu.L. New possibilities of nebulizer therapy in children. Medical advice. 2019;2:87 // . Мизерницкий Ю.Л. Новые возможности небулайзерной терапии у детей. Медицинский совет. 2019;2:87-9
5. Hallas HW, Chawes BL, Rasmussen MA, et al. Airway obstruction and bronchial reactivity from age 1 month until 13 years in children with asthma: a prospective birth cohort study. PLoS Med. 2019;16(1): DOI:10.1371/journal.pmed.1002722.

# MEDICAL SCIENCES

## PRIMARY IMMUNE DEFICIENCY IN PATIENTS WITH MEFV GENE MUTATION

**Nasrullayeva G.,**

*Azerbaijan Medical University, Scientific-Research Laboratory of Immunology*

**Mollayeva N.,**

*Azerbaijan Medical University, Department of Children's Diseases I*

**Mammadova V.,**

*Azerbaijan Medical University, Scientific-Research Laboratory of Immunology*

**Namazova B.**

*Azerbaijan Medical University, Department of Children's Diseases I*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10053889>

**Keywords:** agammaglobulinemia, recurrent temperature, TRNT1 gene mutation, MEFV gene mutation.

### **Introduction:**

Primary Immune Deficiencies (PIDs) are a group of rare genetic disorders that affect the immune system. As these are congenital conditions, patients with PIDs are more susceptible to viral, bacterial, and fungal infections, as well as autoimmune diseases and malignancies. The rapid advancement of immunological science in recent years has led to the identification of over 450 gene mutations causing PIDs (19). This has enabled a gradual increase in diagnosed cases in accordance with the modern PID classification. As new gene mutations are discovered, classifications are revised. For instance, an updated classification was presented in 2021, following the 2020 IUIS (International Union of Immunologic Societies) classification, as 26 new monogenic mutations were identified (20). According to ESID (European Society for Immunodeficiencies), the majority of PIDs are antibody-based immune deficiencies, accounting for 50.7% of all cases (11).

Literature data suggest that multiple gene mutations can coexist in a patient with PIDs. However, clinical symptoms are typically associated with a single underlying gene mutation. For instance, the characteristic symptoms of ataxia-telangiectasia—such as unsteady gait, recurrent bronchopulmonary diseases, and intellectual impairment—are attributable to a mutation in the ATM gene (1, 21).

Familial Mediterranean fever (FMF) is a genetically inherited monogenic autoinflammatory disease that predominantly affects Armenian, Turkish, Jewish, and Arab populations (2, 8, 25). The disease results from a mutation in the MEFV gene, located on the short arm of chromosome 16. FMF is often a familial pathology, with 50% of patients reporting a family history of the disease.

Statistical studies indicate considerable variations in the prevalence of this disease across different countries. It is believed to be most prevalent in Turkey, especially in the Anatolia region, where the incidence rate is between 1:400 and 1:1000. In 2022, Turkey is expected to have 27,504 FMF patients. Armenia is the next most affected country, with a disease prevalence of 1:500, which implies over 6000 FMF patients in a population of 3 million. In Israel, the disease prevalence is 1:1000 (10,000 FMF patients in a population of 7 million). Iran has a lower prevalence of 1:20,000, and

in 2020, 4,256 cases were registered in Iran out of a population of 88 million. In other countries, the disease is found among the aforementioned ethnic groups, possibly due to global population migration (2, 3, 5, 8). The exact number of FMF patients in Azerbaijan is unknown; however, it is estimated that there could be between 8,000 and 10,000 cases in a population of 10 million.

FMF characterized by recurrent fevers and serous inflammatory attacks, which can occur at any age but primarily begin during school years. The disease, caused by mutations in the MEFV gene, manifests as recurrent high fevers of 39-40 degrees Celsius, abdominal pain, serositis, joint symptoms, peritonitis, erythema on the skin, mouth ulcers, pharyngitis, and kidney complications. Abdominal pain usually starts in a specific area and then spreads throughout the abdomen—a symptom seen in 95% of patients. Periods of spontaneous remission can last for months or even years. The course of the disease can sometimes be atypical; in such cases, a diagnosis can be confirmed through the detection of MEFV gene mutation. The MEFV gene consists of 10 exons, and over 370 mutational variants have been identified to date (4, 5, 18, 25).

Two primary phenotypes of FMF are recognized:

- Type I FMF is characterized by fever, joint pain and swelling, skin rash, and severe abdominal pain. Episodes typically last 2-3 days and can occur several times a month or as infrequently as once a year. During these episodes, increased levels of erythrocyte sedimentation rate (ESR), leukocytosis, and fibrinogen are observed in the blood. Progressive amyloidosis can also develop as the disease progresses.

- Type II FMF is characterized by the development of amyloidosis without any preceding clinical signs (22).

Approximately 25% of individuals clinically diagnosed with FMF carry only one pathogenic gene variant, and 10-20% carry no pathogenic gene variant. In cases where the patient's genetic mutation cannot be identified, the diagnosis of FMF is made based on characteristic clinical signs. This does not exclude the diagnosis of FMF. About 75% of typical FMF cases in Turkish, Arab, Jewish, and Armenian populations are primarily caused by five mutations: V726A, M694V,

M694I, M680I, and E148Q. Of these, M694V is the most common mutation, with prevalence ranging from 20% to 65% in different populations. However, individuals carrying the mutant gene sometimes exhibit no clinical symptoms and are considered carriers (4, 5, 10, 18, 22, 25).

Colchicine is the gold standard for treating FMF. In addition to suppressing inflammation, it also prevents the onset of amyloidosis. If a patient does not respond favorably to colchicine therapy (in 5-10% of cases), alternative treatments such as anti-IL-1 therapy, anakinra, rilonacept, or canakinumab are prescribed (18).

**Objective:** The aim of this study is to identify and analyze the occurrence of MEFV gene mutations that coexist with mutations causing immune deficiency.

**Materials:** From 2010 to 2023, 160 patients with primary immune deficiency diseases were registered at the Scientific-Immunology Laboratory and Pediatric Department of Azerbaijan Medical University. MEFV gene mutations were detected in three of these patients: one boy and two girls. In two patients with MEFV gene mutations, agammaglobulinemia, was confirmed, and in another patient, ataxia-telangiectasia was confirmed.

**Table 1. Genetic mutations and primary clinical symptoms of PID patients with MEFV mutations.**

P	PID diagnosis	PID gene	MEFV gene	Clinical symptoms	Recurrent fever	Abdominal syndrome	Joint syndrome
1	Bruton syndrome	BTK	M680I	Skin inflame	No	No	Yes
2	Agammaglobulinemia	TRNT1	A744S	ARI, pneumonia, bronchitis, otitis	Yes	3-4 times per year	No
3	Louis-Bar syndrome	ATM	M694V	Sinusitis, arthritis, diarrhea	No	No	Yes

Agammaglobulinemia - type I - Bruton Disease is associated with low or complete absence of one or more classes of immunoglobulins, as well as B-lymphocytes. At this time, no pathology is observed in the maturation of T lymphocytes and their amount in the peripheral blood. In such patients, frequent repeated bacterial infections, chronic course and complications are found (6, 9). In our observation, congenital agammaglobulinemia was diagnosed in 2 patients with MEFV mutation. One of them had type 1 - X-linked agammaglobulinemia (XLA). A mutation in the BTK gene (Bruton tyrosine kinase) on the X chromosome was discovered

and the disease was named Bruton syndrome. The disease is familial, it is observed in boys, and women are carriers (6, 16, 17, 23).

**Example 1:** Patient S.Z., a 9-year-old boy born of consanguineous marriage with normal height and weight. The family history revealed that the patient's two siblings were healthy, but another one boy died at the age of 1 year after pneumonia and recurrent stomatitis. The patient was breastfed for up to 6 months and his development was normal. Later, fever, pneumonia, and boils appeared on the neck and body. *Staphylococcus aureus* was detected in the contents of the furuncle, but the treatment only had a temporary effect.

**Methods:** Patients underwent clinical and laboratory examinations, which included general and biochemical, serological, and immunological blood analyses. The immune system examination involved phenotyping of immune competent cells (CD3+, CD4+, CD8+, CD19+, CD16/56+, HLA DR) by flow cytometry. Serum levels of IgM, IgG, IgA, IgE, INF-γ, and IL-4 cytokines were determined using the ELISA method, and the phagocytic activity of neutrophils was determined using the NBT method. Patients also underwent lung X-rays, chest CT scans, ultrasound examinations of lymph nodes and abdominal organs, and genetic analysis at the "Invitae" laboratory (USA). PID diagnoses were confirmed in patients through a Primary Immune Deficiency panel that included 429 genes (12, 13).

**Discussion of Results:** All the studied patients had anamnestic and clinical symptoms typical for PID. These included cases of consanguinity and child death in the family, recurrent infections of the bronchopulmonary, gastrointestinal, skin and mucous membranes in the patients, failure of traditional therapy, and gradual retardation. Different MEFV mutations were detected in three (2%) of the 153 patients with PID: M694V gene in one patient, M680I in another, and an A744S pathogenic mutation in the third patient (Table 1).



*Picture 1: Patient with Agammaglobulinemia type 1 (BTK gene mutation)*

Between the ages of 2-5, he experienced numerous incidents of conjunctivitis, pneumonia, bronchitis, diarrhea, otitis, and joint pain. Hepatomegaly (+2cm), splenomegaly (+1cm) and tonsil aplasia were also noted. Pain in the joint, caries-ridden teeth, a left leg that is 2 cm shorter than the right, and large wounds and rashes on the skin of the head and body were observed (Pic. 1).

During the extensive immunological examination of the patient, it was determined that the patient lacked B-lymphocytes, as well as all classes of immunoglobulins (table 2).

Based on anamnestic data, clinical signs, and immunological analysis, the patient was diagnosed with X-linked agammaglobulinemia (XLA), type 1, also known as Bruton's syndrome. Genetic studies confirmed the pathogenic variant of the BTK c.1559G>A (p.Arg520Gln) hemizygous mutation and the pathogenic variant of the MEFV c.2040G>C (p.Met680Ile) heterozygous mutation was discovered. Although the MEFV gene mutation was detected, the patient showed no clinical signs of Familial Mediterranean Fever.

Another patient was diagnosed with type 2 autosomal recessive type of agammaglobulinemia. This type of agammaglobulinemia is caused by defects in several different genes, which are mainly associated with the formation of the pre-B cell receptor and its signaling molecules. In these cases, the differentiation of B-lymphocytes halts in the bone marrow.

Autosomal recessive agammaglobulinemia (ARA) characterized by the several following genetic defects:

- a) Defects in the  $\mu$  heavy chain of intracellular cytoplasmic immunoglobulin;
- b) Defects in the  $\lambda 5$  component of the light chain of the pre-B-cell receptor;
- c) Mutation of part of Ig $\alpha$  (CD79a), a component of pre-B and B-cell receptors;
- d) Mutation of Ig $\beta$  (CD79b), a part of pre-B and B-cell receptors;

e) Mutation in the BLNK gene, which encodes the B cell linker protein. This type of mutation occurs in 10-15% of cases; both boys and girls can be affected;

f) Mutation in the TRNT1 gene, located on chromosome 3 (14, 16).

The autosomal recessive TRNT1 gene mutation was first described in 2014 (15). This TRNT1 gene mutation is associated with a pathology characterized by B-cell deficiency, periodic fever, and developmental delay (SIFD - Sideroblastic anemia with B-cell immunodeficiency, periodic fevers, and developmental delay) (7, 15, 28). In 2013, Wiseman and colleagues reported a syndrome comprising congenital sideroblastic anemia, B-cell deficiency, recurrent fevers, and developmental delay in 12 children from 10 families (26). Congenital sideroblastic anemias are a heterogeneous group of hereditary diseases characterized by pathological iron deposition in the mitochondria of red blood progenitor cells in the bone marrow. Some patients also experience variable severity of hearing loss, retinal pigmentation, cataracts, hepatosplenomegaly, brittle hair, cardiomyopathy, and central nervous system abnormalities (7, 24, 27). As of 2020, 30 such patients suffering from a TRNT1 mutation, a rare form of agammaglobulinemia, have been identified (27).

**Example 2:** Patient A.C., a 4-year-old girl was born on time from a consanguineous marriage, with normal height and weight. Her younger brother is healthy. From the age of 1 year, the patient experienced monthly bouts of fever lasting 5-7 days, accompanied by abdominal pain and diarrhea. The patient also had bronchitis, pneumonia, stomatitis, severe anemia (Hb 78 g/l), dental caries, hepatosplenomegaly, toxic encephalopathy, and physical and mental retardation. No TORCH infections were detected in laboratory tests, and blood cultures were sterile. Amyloid A protein was higher than normal (181 mg/l, normal <6.4), and LH cells were negative.



Picture 2.

Patient with Agammaglobulinemia type 2 (TRNT1 gene mutation), exhibiting dental caries and stomatitis.

Based on clinical signs, without immune examination, the patient diagnosed with FMF and treatment initiated with Colchicine - 0.5 mg per day. However, due to the lack of effect of the treatment, the patient underwent an immunological examination, revealing an absence of B lymphocytes and all classes of immunoglobulins (table 2). Genetic analyses revealed the pathogenic variant of TRNT1 c.176\_182del (p.Leu59\*)

heterozygous mutation, the unknown variant of TRNT1 c.1213G>A (p.Gly405Arg) heterozygous mutation, and the pathogenic variant of MEFV c.2230G>T (p.Ala744Ser) heterozygous mutation. As a result, the patient was diagnosed with autosomal recessive agammaglobulinemia and FMF.

Table 2

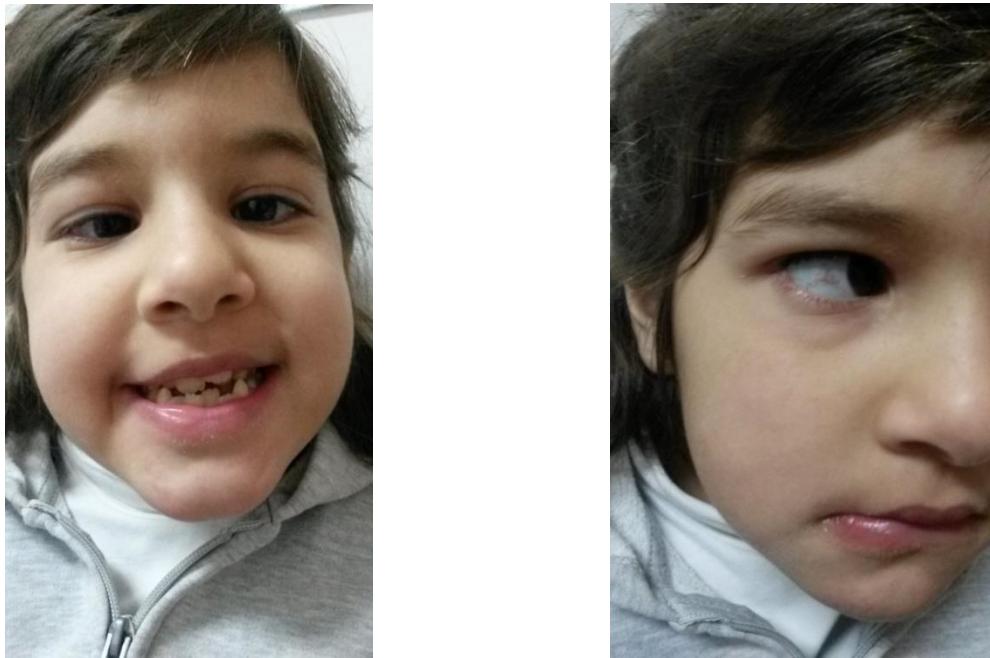
#### Immunological indicators of patients (cellular and humoral indicators)

P	PID diagnosis	CD3 % /ml	CD4 % /ml	CD8 % /ml	CD19 % /ml	IRI	CD16/5 6 %/ml	HLA DR /ml	IgG g/l	IgM g/l	IgA g/l	IgE
1	Bruton syndrome	80/1944	41/797	37/719	0	1,1	17/413	15/364	1,0	0,1	0,2	0
2	Agammaglobulinemia	80/275	21/477	30/682	1/28	0,7	17/483	16/455	0,5	0,3	0,2	0
3	Louis-Bar syndrome	65/1281	37/473	25/320	16/315	1,4	26/512	11/216	10,0 IVIG	8,3	0	0

ATM gene mutation is an autosomal recessive gene defect that causes Ataxia-telangiectasia-AT (Louis-Bar syndrome), a very severe variant of PID. AT is a multisystem disease that causes both cellular and humoral deficits, as well as cerebral ataxia, telangiectasias in the eyes and skin. Patients primarily suffer from persistent infectious diseases, metabolic disorders, and are highly prone to malignancy. Children who appear healthy at birth develop normally until they are 2-3 years old. After that, they start showing symptoms of cerebellar ataxia, mental and physical development stops or even regresses, gradual expansion of scleral vessels, telangiectasia, eyeball tremor - nystagmus, and bulbar conjunctivitis. Areas of hypo- and hyperpigmentation appear on the skin and have a "milky coffee"

color. (1, 21). Severe bronchopulmonary infections, sinusitis, otitis and stomatitis repeated in patients. In adolescence, patients develop bronchiectasis, respiratory and cardiovascular insufficiency, and malignancies.

**Example 3:** Patient N.N, an 8-year-old girl, was born out of a consanguineous marriage. Her older brother is healthy. She developed normally for the first 2-3 years of life. Later, she experienced repeated infections of the bronchus-lung, ear-nose-throat (ENT) organs, and the gastrointestinal system. Gradual cerebellar ataxia, stopping of mental and physical development, and the appearance of telangiectasias were observed in the patient. As the disease progressed, the patient's mobility was impaired, and speech defects formed.



*Picture 3: Patient with irregular teeth and telangiectasia in the eyes.*

The level of alpha-fetoprotein from the laboratory parameters was significantly higher than normal. As the patient's age increased, the amount of alpha-fetoprotein also increased. Serum IgA level was 0%, IgG was 5-6 g/l before starting replacement therapy with IVIG. Among the immunological indicators, the amount of IgM was significantly high (table 2).

Genetic studies confirmed the pathogenic variant of the homozygous mutation between exons 4-22 in the ATM gene and the pathogenic variant of the heterozygous mutation MEFV c.2080A>G (p.Met694Val). Although the MEFV gene was detected, the patient had no clinical signs of Familial Mediterranean Fever.

#### **Conclusion:**

The presence of recurrent fever, abdominal pain, serositis and peritonitis in patients may suggest a diagnosis of Familial Mediterranean Fever based solely on family history and clinical symptoms. However, a more precise diagnosis can be made when the MEFV gene mutation is identified. In certain cases, if treatment with Colchicine is ineffective, it may indicate underlying congenital immunodeficiency in these patients. Detailed family medical histories, coupled with instrumental, laboratory, immunological, and genetic analyses, assist in making an accurate diagnosis and implementing targeted treatments for patients. Moreover, the mutation of the MEFV gene can sometimes be detected incidentally in PID patients who do not exhibit symptoms of Familial Mediterranean Fever.

This article was written in Azerbaijani and the authors used OpenAI's ChatGPT to correct grammar after translation. After using this tool, the authors reviewed and edited the content as needed and take full responsibility for the content of the publication.

#### **References:**

1. Aguado J., Gómez-Inclán C., Leeson H. et al., The hallmarks of aging in Ataxia-Telangiectasia // Ageing Res Rev 2022 Aug;79:101653. doi: 10.1016/j.arr.2022.101653.
2. Alibakhshi R., Mohammadi A., Ghadiri K., et al., Spectrum of MEFV gene mutations in 4,256 familial Mediterranean fever patients from Iran: a comprehensive systematic review // Egyptian Journal of Medical Human Genetics volume 23, Article number: 5 (2022), Open Access Published: 18 January 2022
3. Ben-Chetrit E., Touitou I., Familial mediterranean fever in the world. Arthritis Care Res (2009), 61(10):1447–1453 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/art.24458>
4. Bhatt H., Cascella M. Familial Mediterranean Fever // National library of medicine. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560754/>
5. Bilge SY., Sari İ., Solmaz D., Şenel S., Emzungil H., The distribution of MEFV mutations in Turkish FMF patients: multicenter study representing results of Anatolia. Turkish Journal of Medical Sciences.2019;49: p.472–477.
6. Bonilla FA., et al., Practice parameter for the diagnosis and management of primary immunodeficiency // J Allergy ClinImmunol, Nov. 2015, volume 136, number 5
7. Chakraborty PK., Klaus Schmitz-Abe K., Kennedy EK. et al., Mutations in TRNT1 cause congenital sideroblastic anemia with immunodeficiency, fevers, and developmental delay (SIFD) // Blood. 2014 Oct 30; 124(18): 2867–2871.
8. Govindaraj GM., Jain A. et al., Clinical, immunological and genomic characteristics of children with X-linked agammaglobulinemia from Kerala, South India // Human Immunology Volume 83, Issue 4, April 2022, Pages 335-345

9. Dundar M., Fahrioglu U., Yildiz SH. Et al., Clinical and molecular evaluation of MEFV gene variants in the Turkish population: a study by the National Genetics Consortium // *FunctIntegr Genomics* 2022 Jun;22(3):291-315
10. Grossman C, Kassel Y, Livneh A, Ben-Zvi I. Familial Mediterranean fever (FMF) phenotype in patients homozygous to the MEFV M694V mutation. // *Eur J Med Genet* 2019; 62:103532.
11. <https://cci-reporting.uniklinik-freiburg.de/#/> ESID Registry Network Reporting Tool public webpage
12. [https://www.invitae.com/en/providers/test-catalog/gene-20844?tab=Diagnostic%20\(MEFV\)](https://www.invitae.com/en/providers/test-catalog/gene-20844?tab=Diagnostic%20(MEFV))
13. [https://www.invitae.com/en/providers/test-catalog/gene-21357 \(TRNT1\)](https://www.invitae.com/en/providers/test-catalog/gene-21357%20(TRNT1))
14. [https://www.omim.org/entry/616959 \(TRNT 1 gene mutation\)](https://www.omim.org/entry/616959%20(TRNT1%20gene%20mutation))
15. Mendonca LO., Prado AI., et al., Case Report: Expanding Clinical, Immunological and Genetic Findings in Sideroblastic Anemia With Immunodeficiency, Fevers and Development Delay (SIFD) Syndrome // *Front. Immunol.*, 14 April 2021
16. Nasrullayeva G, Mammadova V., Khalilova A., Shahgeldiyeva Sh., The Novel Patient with BLNK Gene Type of Agammaglobulinemia // Open Access Library Journal 2017, Volume 4, e4114, ISSN Online: 2333-9721, ISSN Print: 2333-9705
17. O'Toole D., Groth D., Wright H., et al., X-Linked Agammaglobulinemia: Infection Frequency and Infection-Related Mortality in the USIDNET Registry // *Journal of Clinical Immunology* volume 42, pages 827–836 (2022)
18. Ozturk K., Coskuner T., Baglan E. et al., Real-Life data from the largest Pediatric Familial Mediterranean fever cohort // *Front. Pediatric*, 20 January 2022, Sec. *Pediatric Rheumatology*.
19. Quinn J., Vicki Modell V., Orange J., Modell F. Growth in diagnosis and treatment of primary immunodeficiency within the global Jeffrey Modell Centers Network // *Allergy, Asthma & Clinical Immunology*, volume 18, Article number: 19 (2022)
20. Redmond M., Scherzer R., Prince B., Novel Genetic Discoveries in Primary Immunodeficiency Disorders // *Clinical Reviews in Allergy & Immunology* (2022), Published: 12 January 2022
21. Sak I, Kizilirmak D., Haylucu Y. et al., The investigated case of etiology of chylous pleural effusion: Ataxia-telangiectasia // *Tuberk Toraks* 2022 Mar; 70(1):102-106. doi: 10.5578/tt.20229912.
22. Shohat M. Familial Mediterranean Fever // National library of medicine.<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1227/>
23. Takada H., Kanegae H., Nomura A., et al., Female agammaglobulinemia due to the Bruton tyrosine kinase deficiency caused by extremely skewed X-chromosome inactivation // *Blood*, 2004 Jan 1;103(1):185-7
24. Topyildiz E., Karaca N., Bas I., et al., A Novel Homozygous TRNT1 Mutation in a Child With an Early Diagnosis of Common Variable Immunodeficiency Leading to Mild Hypogammaglobulinemia and Hemolytic Anemia // *J Pediatr Hematol Oncol* 2021 Aug 1;43(6):e780-e784.
25. Van Gorp H., Huang L., Saavedra P. et al., Blood-based test for diagnosis and functional subtyping of familial Mediterranean fever. // *Ann Rheum Dis*. 2020;79(7):960. Epub 2020 Apr 20.
26. Wiseman D. H., May A., Jolles S., et al., A novel syndrome of congenital sideroblastic anemia, B-cell immunodeficiency, periodic fevers, and developmental delay (SIFD) // *Blood* 122: 112-123, 2013.
27. Yang L., Xue X., Zeng T., Chen X., et al., Novel biallelic TRNT1 mutations lead to atypical SIFD and multiple immune defects // *Genes Dis.* 2020 Mar; 7(1): 128–137.
28. Yıldırım FT., Benderlioğlu E., Kaçar D., Yaralı N., A rare cause of sideroblastic anemia: TRNT1 mutation // *Consultation hematologyop* 33, Vol. 43 Issue s3, pages S28-S29, November 2021.DOI: 10.1016/j.hctc.2021.10.1000

**UVEITIS IN SYSTEMIC DISEASES.LITERATURE REVIEW****Mashkunova O.,***Professor of the Department of Internal Diseases at S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University,  
rheumatologist.***Yermolayeva V.***Medical intern of the 7th course at S.D. Asfendiyarov Kazakh National Medical University.***УВЕИТЫ ПРИ СИСТЕМНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР****Машкунова О.В.,***Профессор кафедры внутренних болезней  
Казахского Национального Медицинского Университета им. С.Д.Асфендиярова, врач-ревматолог.***Ермолаева В.В.***Врач-интерн 7 курса Казахского Национального Медицинского Университета им. С.Д.Асфендия-  
рова.*<https://doi.org/10.5281/zenodo.10053965>**Abstract**

Uveitis, inflammatory diseases of the vascular layer of the eye, can be associated with various systemic conditions such as rheumatoid arthritis, spondyloarthritis, systemic lupus erythematosus, and others. In this review, we explore the pathogenesis, clinical features, and treatment approaches of uveitis occurring in the context of systemic diseases. Understanding the link between systemic diseases and uveitis is crucial for the effective management of patients suffering from these conditions and can aid in preventing severe complications leading to vision loss.

**Аннотация**

Увеиты, воспалительные заболевания сосудистой оболочки глаза, могут быть связаны с различными системными заболеваниями, такими как ревматоидный артрит, спондилоартриты, системная красная волчанка и др.. В данном обзоре мы рассматриваем патогенез, клинические особенности и подходы к лечению увеитов, развившихся в контексте системных заболеваний. Понимание связи между системными заболеваниями и увеитами имеет ключевое значение для эффективного лечения пациентов, страдающими от этих состояний, и может помочь в предотвращении серьезных осложнений, ведущих к потере зрения.

**Keywords:** uveitis, systemic diseases, rheumatoid arthritis, spondyloarthritis, Behcet's disease, systemic vasculitis, IUIA, SCR.

**Ключевые слова:** увеиты, системные заболевания, ревматоидный артрит, спондилоартриты, болезнь Бехчета, системные васкулиты, ЮИА, СКВ.

Иммуновоспалительные ревматические заболевания (ИВРЗ) – гетерогенная группа системных заболеваний, общий механизм развития которых связан с нарушением иммунологической толерантности к собственным тканям (автоантигенам). В их основе лежит хроническое воспаление и прогрессирующие необратимые нарушения функции внутренних органов [1,2]. Ведущим синдромом является суставной в виде воспалительных артритов и спондилоартритов, конституциональный синдром в виде лихорадки, похудания, лимфоаденопатии и поражения других органов и систем. Отличительной особенностью ИВРЗ является мультисистемность и полироганность поражения, укладывающиеся в четкие диагностические нозологические критерии.

Системные аутоиммунные заболевания характеризуются неблагоприятным жизненным прогнозом. Высокий риск летальности связан не только с «тяжестью» самого воспалительного процесса, но и с развитием широкого спектра коморбидных состояний, включая атеросклеротическое поражение со-

судов и артериальную гипертензию, интерстициальное заболевание легких, метаболический синдром и других.

ИВРЗ включают в себя ревматоидный артрит (РА), системную красную волчанку (СКВ), прогрессирующий системный склероз (ССД), синдром Шегрена (СШ), идиопатические воспалительные миопатии (полимиозит/дерматомиозит –ПМ/ДМ), антифосфолипидный синдром (АФС) и системные васкулиты, ассоциированные с антинейтрофильными цитоплазматическими антителами (АНЦА-СВ), васкулиты крупных сосудов и иммунокомплексные васкулиты, вариабельные васкулиты – болезнь Бехчета и синдром Когана [2,3].

Этиология и патогенез ИВРЗ недостаточно изучены. Предполагается, что хроническая вирусная инфекция, генетические факторы (включая систему HLA и полиморфизм генов цитокинов), а также воздействие внешних факторов, таких как инфекции и дефекты иммунорегуляторных механизмов, играют важную роль в развитии болезни. Особое внимание уделяется цитокинам, таким как

ФНО $\alpha$ , ИЛ6, ИЛ1, ИЛ12, ИЛ17, и дефектам Т-регуляторных клеток [4,5,6,7].

Поражение органа зрения с многочисленной сосудистой сетью, соединительно-тканными элементами также является органом-мишенью при ИВРЗ и часто может быть первым проявлением аутоиммунного заболевания. В основе патогенетической концепции вовлечения глаз в воспалительный процесс лежит аутоиммунный иммунокомплексный васкулит и ангиит сосудов сетчатки, поражающий сосудистую стенку артериол и венул глаза.

Недавний метаанализ, который охватывал широкий спектр ИВРЗ подтвердил, что поражения глаз являются распространенным осложнением системных заболеваний. Примерно у 18% пациентов с ревматоидным артритом, 26% с гранулематозом Вегенера, 27% с гигантоклеточным артритом, 27% с саркоидозом, 31% с системной красной волчанкой и 35% с антифосфолипидным синдромом отмечается поражение глаза. Это доказывает, что глаз является частой внесуставной мишенью при ИВРЗ [14].

Поражение глаз может проявляться сухим кератоконъюнктивитом при болезни Шегрена, острым конъюнктивитом при реактивном артите и синдроме Рейтера, эпиклеритом и склеритом при ревматоидном артите. Но наиболее частым и грозным проявлением системных заболеваний является иридоциклит (переднийuveит), заднийuveит и панувейт.

Первые описания поражения органа зрения описаны еще при ревматизме (болезни Сокольского-Буйо), по современной классификации - ревматической болезни сердца - системном заболевании соединительной ткани с преимущественной локализацией в сердце и суставах, в этиологии которого основную роль отводят  $\beta$ -гемолитическому стрептококку группы А [8].

У больных ревматической болезнью сердца глазные проявления бывают в виде эпиклерита, склерита, ревматическогоuveита (3-8%), очагового хориоретинита, иридоциклита. Отмечаются случаи патологических изменений на глазном дне таких, как ретиноваскулиты и ретинопатии, ретробульбарного неврита.

В дальнейшем, по мере выделения ревматологии в отдельный раздел терапии, глазные проявления при системных заболеваниях стали описывать при многих ИВРЗ, значительная доля которых приходится наuveиты.

Неинфекционныйuveит представляет собой значительную, недостаточно изученную причину необратимой потери зрения у пациентов, страдающих иммуновоспалительными ревматическими заболеваниями (ИВРЗ). Классификацияuveитов, предложенная рабочей группой экспертов SUN (Standardization of Uveitis Nomenclature Working Group) в 2005 году, включает передний (ирит, иридоцикличит, передний циклит), средний (парспланит, задний циклит, витреит) и задний (очаговый, мультифокальный или диффузный хориоидит, хориоре-

тинит, ретинохориоидит, ретинит, нейроретиниту-веиты), а также панувейт [9,10]. Увеиты классифицируются по характеру течения (острые, хронические, рецидивирующие), активности воспаления (активные или в ремиссии) и числу пораженных глаз (односторонние или двусторонние). Существует также подробная классификация, предложенная International Uveitis Study Group в 2008 году, учитывающая происхождениеuveитов (инфекционные, неинфекционные, маскарадные синдромы) [11].

Uveit - сложное заболевание, обусловленное генетической предрасположенностью и взаимодействием генетических, иммунологических и окружающих факторов. Гены, включая HLA-B, ERAP1, NOS2 и IL23R, играют ключевую роль. Врожденный иммунитет, включая цитокины и рецепторы, активирует иммунные клетки (макрофаги, лимфоциты, плазматические клетки), вызывая воспаление внутренних оболочек глаз, проявляющееся либо диффузной инфильтрацией (при негранулематозном типе), либо образованием очагов инфильтрации (при гранулематозном типе). Это приводит к разрушению тканей, образованию фиброза, новых сосудов и атрофии [12,13].

Увеиты при спондилоартритах, псoriатическом артите, неспецифическом язвенном колите, болезни Крона, болезни Бехчета объединены общими патогенетическими механизмами с гипопродукцией ФНО-альфа и генетической детерминированностью антигенов гистосовместимости HLA B 27 и HLA B 51 [15,16].

Описаны развитиеuveитов при синдроме Блау (семейный синовит, гранулематозныйuveит и дерматит), болезни Кавасаки, болезни Лайма, НОМИД (неонатальное мультисистемное воспалительное заболевание), рецидивирующем полихондрите, саркоидозе, синдроме Свита, системной красной волчанке язвенном колите, васкулитах, болезни Уиппла [17].

Uveit чаще всего начинается до 40 лет, особенно у детей (дошкольный возраст у девочек и школьный возраст у мальчиков) с ювенильным ревматоидным артритом. У пациентов со спондилоартритами большинство случаев развивается в возрасте от 19 до 40 лет, в то время как у пациентов с ревматоидным артритом наибольшая частота начала заболевания приходится на возраст от 41 до 50 лет [18].

Более подробного рассмотрения требуют ИВРЗ, которые чаще всего сопровождаютсяuveитом.

Спондилоартриты - группа заболеваний с воспалением позвоночника, периферических суставов и связок, включая анкилозирующй спондилит и псoriатический артрит. Связь сuveитом обусловлена общей иммунологической и генетической основой. Uveit при анкилозирующем спондилите обычно представляет односторонний иридоцикличит, начинается в первые 10 лет заболевания (84,4% случаев). У 25% пациентовuveит часто рецидивирует (более 2 обострений в год), и у 1/3 возникают осложнения со снижением зрения. Пациенты с

HLA-B27 позитивностью имеют менее благоприятный прогноз и результаты лечения [19,20].

Увеит, подтвержденный офтальмологом, относится к числу классификационных критериев ASAS (Assessment of Spondyloarthritis International Society), использующимся для диагностики аксСпА и периферического СпА [20–21].

Острый передни увеит (ОПУ) – наиболее частая форма увеита, в 50% случаев ассоциирующаяся с HLA-B27. Чаще ОПУ встречается у пациентов с АС (у 25–40%), реже наблюдается при ПсА и РeА (у 25%), артритах, ассоциированных с ВЗК (10–36%). Клинические проявления при ОПУ выражаются односторонним внезапным покраснением, болью в глазу, нарушением остроты зрения, светобоязнью. В дальнейшем, вовлекается контралатеральный глаз. У 80% пациентов с ОПУ поражаются оба глаза, но не одновременно. Около 50% всех случаев рецидивирующего одностороннего увеита ассоциируется со СпА. Другие симптомы СпА обычно предшествуют увеиту, однако у 11,4–26,4% пациентов СпА может дебютировать с увеитом. При ВЗК кишечные симптомы чаще предшествуют глазным, но увеит может наблюдаться и в дебюте заболевания, либо появиться в течение первых лет болезни независимо от кишечных симптомов.

Ювенильный идиопатический артрит (ЮИА) – хроническое воспалительное заболевание суставов у детей и подростков. Увеит, внесуставное проявление ЮИА, развивается у 10–30% пациентов, чаще у тех с олигоартикулярным поражением суставов и положительными результатами на анти-нуклеарные антитела (АНА). Диагностика увеита может быть сложной, так как он может проявляться без симптомов или с легкой симптоматикой. Преобладающей формой является передний увеит, такой как ирит или иридоциклит (95% случаев). Редко встречаются периферический увеит (4%) и панувеит (1%). У большинства пациентов (78–85%) оба глаза подвержены поражению, и увеит имеет хронический характер.

Глазные проявления являются частыми и характерными при системных васкулитах. Системные васкулиты представляют собой разнообразную группу заболеваний, характеризующихся воспалением стенок сосудов. Для них характерен легочно-почечный синдром, геморрагические альвеолиты, деструкции с полостями, вследствие образования полостей на месте грануломатозного воспаления, развитие острого почечного повреждения. Наряду с этими серьезными симптомами, офтальмологические проявления часто включают в себя конъюнктивит, склерит, эписклерит, периферический язвенный кератит (ПЯК) и увеит. Поражение глаз может встречаться при болезни Бехчета (ББ), АНЦА-ассоциированных васкулитах: эозинофильном грануломатозе с полиангидитом (ЭГПА), микроскопическом полиангидите (МПА), узелковом полиартерите (УП), болезни Кавасаки и редком гипокомплémentемическом уртикарном васкулите (анти-C1q-васкулит). Орбитальный грануломатоз встречается в 28–87% случаев, передний увеит – у

10–20%, а задний увеит с кровоизлияниями в сетчатку – у 5–12%.

Болезнь Бехчета (ББ) – хронический системный васкулит с разнообразными проявлениями. Увеиты при ББ характеризуются внезапным началом, частыми рецидивами и серьезными функциональными последствиями. Поражение зрения наблюдается в первые 2 года болезни. Увеит при ББ обычно представляет собой негрануломатозный задний двусторонний увеит и панувеит с развитием окклюзионного ретиноваскулита. Осложнения включают отслойку сетчатки, катаракту и вторичную глаукому. Гипопион встречается у 20–30% больных ББ и часто сопровождается тяжелым поражением сетчатки. Пациенты также могут иметь поражение слизистых, афтозный стоматит, изъязвления гениталий и кожный синдром. Обнаружение HLA B51 является иммуно-генетическим маркером ББ.

Ревматоидный артрит (РА) представляет собой распространенное и серьезное заболевание, проявляющееся эрозивно-деструктивным артритом и поражением внутренних органов: легких в виде интерстициального поражения, почек с нефритическим синдромом, кожного васкулита и полинейропатии. Для детей и лиц молодого возраста характерны системные варианты ревматоидного артрита с лихорадкой, конституциональным синдромом, миотрофией. Около 16% пациентов, страдающих от РА, также имеют поражение глаз, которое является одним из внесуставных проявлений этого заболевания. Это поражение глаз, как правило, проявляется склеритом и периферическим язвенным кератитом, но также могут встречаться ретиноваскулит и хориоидит, хотя и реже.

Системная красная волчанка (СКВ) представляет собой системное аутоиммунное ревматическое заболевание, происхождение которого остается неизвестным. Болеют преимущественно молодые лица женского пола. Многообразие синдромов при СКВ включает полисерозиты, нефротический синдром, полиартрит Жакку, сосудистые расстройства в виде синдрома Рейно, поражение ЦНС с судорожными приступами, миелиты. Самым частым является поражение кожи по типу скуловой эритемы «бабочки», диффузной аллопеции. Системная красная волчанка (СКВ) – это аутоиммунное заболевание, чаще всего поражающее молодых женщин. Примерно у 25–50% пациентов с СКВ возникают глазные проявления, которые включают ретиноваскулит, хориоидит, оптический неврит, сухой кератоконъюнктивит, эписклерит, склерит и микроаневризмы. Антифосфолипидные антитела (аФЛ) играют роль в развитии глазных осложнений, таких как вазоокклюзионная ретинопатия и окклюзии сосудов.

Терапия увеитов при ИВРЗ направлена на патогенетическую терапию и прежде всего, заключается в лечении основного заболевания. Вопросы локальной и системной терапии в последние годы достигли значительных успехов с появлением возможности применения иммуносупрессивной терапии и генно-инженерной биологической терапии,

что стало возможным, благодаря изучению патогенеза и роли фактора некроза опухоли альфа в развитииuveитов.

Лечениеuveитов при спондилоартритах заключается в применении местных глюкокортикоидов в виде глазных капель. Однако в более серьезных случаях может потребоваться введение глюкокортикоидов периокулярно и назначение высоких системных доз глюкокортикоидов (до 60 мг/сутки). Иногда применение противовоспалительных препаратов нестероидной группы (НПВП) может помочь уменьшить воспалениеuveита, но более эффективным считается использование сульфасалазина для предотвращения рецидивов. В последние годы накоплено все больше доказательств эффективности ингибиторов фактора некроза опухоли альфа (ФНО- $\alpha$ ) в сдерживании развитияuveита. Если один из ингибиторов ФНО- $\alpha$  не приносит желаемого результата, то рассматривается возможность перехода к другому ингибитору ФНО- $\alpha$ .

Для контроля воспаления при ЮИА, в первую, применяют местно глюкокортикоиды, а при тяжелом теченииuveита может потребоваться системное лечение. Методом выбора для леченияuveитов, ассоциированных с ЮИА, является метотрексат. Если метотрексат оказывается недостаточно эффективным в леченииuveитов, ассоциированных с ЮИА, что наблюдается у 20-30% пациентов, то рекомендуется применение биологических препаратов, прежде всего адалимумаба или голимумаба. В связи с современным пониманием причин развития ювенильного идиопатического артрита и его связи сuveитом, применение биологической терапии становится все более актуальным. Особенно выделяется эффективность адалимумаба в лечении ревматоидногоuveита, который не реагирует на традиционные противовоспалительные препараты. Рекомендуется комбинированная терапия с использованием биологических препаратов для контроля тяжелогоuveита [19,20]. Регулярное мониторирование глазного дна важно для обнаружения хориоретинальных и сосудистых изменений, которые могут возникнуть приuveите, связанном с ювенильным идиопатическим артритом. Это позволяет своевременно выявить степень поражения и принять необходимые меры для сохранения зрения [21].

С использованием генно-инженерных биологических препаратов в лечении системных васкулитов, в частности, ритуксимаба, происходит значительное улучшение прогноза для пациентов с тяжелыми офтальмологическими осложнениями в видеuveита и васкулита сетчатки [22].

Применение иммуносупрессивной и противовоспалительной терапии в ББ направлено на достижение ремиссии и снижение частоты рецидивов, но процент слепоты все еще остается высоким [23]. В соответствии с рекомендациями EULAR (Европейская лига против ревматизма), пациенты, страдающие от ББ и имеющие воспалительные проявления в заднем сегменте глаза, должны получать азатиоприн (АЗА), циклоспорин (ЦСА), инферон- $\alpha$

(ИФН- $\alpha$ ) и ингибиторы фактора некроза опухоли альфа (ФНО- $\alpha$ ) [24-26]. Существуют также предварительные данные о применении других лекарств, таких как ингибиторы интерлейкина-1 (анакинра и канакинумаб), ингибитор интерлейкина-6 (тосилизумаб) и ингибиторы интерлейкина-12/23 (устекинумаб), в лечении рефрактерных формuveита при ББ [27-29].

Для успешного лечения поражения глаз при РА часто используются базисные противовоспалительные препараты (БПВП), «золотым стандартом» которой является метотрексат (МТ). Тем не менее, более быстрое и стойкое улучшение состояния глаз у пациентов с РА часто наблюдается при применении генно-инженерных биологических препаратов [30].

Лечение поражения глаз при СКВ обычно включает в себя использование глюкокортикоидов (ГК) для смягчения симптомов переднегоuveита, склерита, эписклерита. В случае серьезного повреждения сетчатки (ретиноваскулит, хориоидит), оптического неврита и демиелинизирующего оптикомиелита требуется активная иммуносупрессивная терапия высокими дозами ГК, а также другими препаратами, такими как ЦСА, мифефенометил (ММФ), азатиоприн (АЗА), ритуксимаб и белимумаб [32,33].

**Заключение:** Значимостьuveитов при ревматических заболеваниях заключается в их потенциальной серьезности и влиянии на зрительную функцию. Uveиты, развивающиеся в контексте аутоиммунных состояний, могут стать значительным осложнением, требующим особого внимания и комплексного подхода. Взаимодействие специалистов, таких как ревматологов и офтальмологов, играет ключевую роль в эффективной диагностике, лечении и мониторингеuveитов. Сотрудничество между этими специалистами позволяет достичь раннего обнаружения и как можно раньше начать адекватное лечениеuveитов. Ревматологи могут направлять пациентов на офтальмологические обследования для мониторирования состояния глаз и своевременного реагирования на возможные осложнения. Офтальмологи, в свою очередь, могут обратить внимание на признакиuveита и своевременно информировать ревматологов для коррекции лечения основного заболевания. Такой совместный подход специалистов обеспечивает более полное и компетентное управление пациентами сuveитами при системных аутоиммунных заболеваниях, способствуя предотвращению осложнений и сохранению зрительной функции.

#### Список литературы:

1. Неинфекционныеuveиты. Клинические рекомендации ООО «Ассоциация врачей-офтальмологов», ООО «Общество офтальмологов России», 2019 г.
2. Jabs DA, Nussenblatt RB, Rosenbaum JT. Standardization of Uveitis Nomenclature Working Group. Standardization of uveitis nomenclature for reporting clinical data. Results of the First International

- Workshop. Am J Ophthalmol. 2005;140(3):509-16.doi:10.1016/j.ajo.2005.03.057
3. Deschenes J, Murray P, Rao N, Nussenblatt R. InternationalUveitis Study Group (IUSG) Clinical Classification of Uveitis.Ocular Immunology and Inflammation. 2008; 16(1-2): 1-2.doi:10.1080/09273940801899822
  4. Denis Wakefield, Daniel Clarke, and Peter McCluskey. Recent Developments in HLA B27 Anterior Uveitis. Front Immunol. 2020; 11: 608134.Published online 2021 Jan 5. doi: 10.3389/fimmu.2020.608134
  5. Xiu-Feng Huang, Zhixiu Li, and Matthew A. Brown Invest Ophthalmol Vis Sci. 2020 Jun; 61(6): 3.online 2020 Jun 3. doi: 10.1167/iovs.61.6.3Genomewide Association Study of Acute Anterior Uveitis Identifies New Susceptibility Loci
  6. James T. Rosenbaum and Mark Asquith.The Microbiome and HLA B27-associated acute anterior uveitis.Nat Rev Rheumatol. Author manuscript; available in PMC 2019 Jun 27. Published in final edited form as: Nat Rev Rheumatol. 2018 Dec; 14(12): 704-713.doi: 10.1038/s41584-018-0097-2https://www.nature.com/nrrheum/2018/14/12/704
  7. Manifestations in Rheumatoid Arthritis, Connective Tissue Disease, and Vasculitis: A Systematic Review and Metaanalysis .Matthew A. Turk, Jacqueline L. Hayworth, Tatiana Nevskaia and Janet E. Pope. The Journal of Rheumatology January 2021, 48 (1) 25-34; DOI: https://doi.org/10.3899/jrheum.190768
  8. GayatriRavulaparthi, BhavagnaBandla, and N VenkataVisala . Ocular disease as the presenting sign of rheumatoid arthritis – An observational case series.Indian J Ophthalmol. 2023 Apr; 71(4): 1647–1651. Published online 2023 Apr 5. doi: 10.4103/IJO.IJO\_2765\_22
  9. James T. Rosenbaum, M.D. The Eye in Spondyloarthritis. Semin Arthritis Rheum. Author manuscript; available in PMC 2020 Dec 1.Published in final edited form as:Semin Arthritis Rheum. 2019 Dec; 49(3 Suppl): S29–S31.doi: 10.1016/j.semarthrit.2019.09.014
  10. Мирзаева А.М. Кафедра офтальмологии Аздижанский государственный медицинский институт . Выявление факторов риска развития ревматоидныхuveитов и разработка профилактических мер "Экономика и социум" №9(88) 2021. УДК 617.723-002(075.8)
  11. Judith Rademacher, Denis Poddubnyy, and Uwe Pleyer. Uveitis in spondyloarthritis.TherAdvMusculoskelet Dis. 2020; 12: 1759720X20951733.Published online 2020 Sep 12. doi: 10.1177/1759720X20951733
  12. Carmen Stolwijk, Astrid van Tubergen, José Dionisio Castillo-Ortiz, Annelies Boonen.Prevalence of extra-articular manifestations in patients with ankylosing spondylitis: a systematic review and meta-analysis Correspondence to Dr Carmen Stolwijk, Department of Medicine, Division of Rheumatology, Maastricht University Medical Center; School for Public Health and Primary Care (CAPHRI), University of Maastricht, PO Box 5800, Maastricht 6202 AZ, The Netherlands;
  13. TC Mitulescu, C Popescu, A Naie, D Predeleanu, VPopescu, C Alexandrescu, and LM Voinea. J Med Life. 2015 Jul-Sep; 8(3): 319–325.PMCID: PMC4556912. PMID: 26351533. Acute anterior uveitis and other extra-articular manifestations of spondyloarthritis
  14. Mitulescu TC, Trandafir M, Dimăncescu MG, et al. Advances in the treatment of uveitis in patients with spondyloarthritis – is it the time for biologic therapy? Rom J Ophthalmol. 2018;62(2):114-122
  15. Mugheddu C, Atzori L, Del Piano M, et al. Successful ustekinumab treatment of noninfectious uveitis and concomitant severe psoriatic arthritis and plaque psoriasis. Dermatol Ther. 2017;30(5): e12527. doi: 10.1111/dth.12527
  16. Filipe Oliveira Pinheiro , Mariana Leuzinger-Dias , Bruno Miguel Fernandes , Diogo Fonseca , Joana Vilaça , LuísFigueira , Iva Brito .Outcome of Uveitis in Juvenile Idiopathic Arthritis and Spondyloarthritis Patients - A 5-Year Follow-Up Study.ARP Rheumatol. 2023 Jan-Mar;2(1):17-21. Epub 2023 Feb 26.
  17. Катаргина ЛА, Бржеский ВВ, Гусева МР, Денисова ЕВ, Дроздова ЕА, Жукова ОВ, Никишина ИП, Старицова АВ. Федеральные клинические рекомендации «Диагностика и лечениеuveитов, ассоциированных с ювенильным идиопатическим артритом». Российская педиатрическая офтальмология. 2016; 11 (2): 102-111
  18. [Katargina LA Brzhesky BB, Guseva Mr, Denisova EV, Drozdova EA, Zhukova OV, Nikishina IP, Starikova AV. The federal clinical guidelines on «The diagnostics and treatment of uveitis associated with juvenile idiopathic arthritis» Russian Pediatric Ophthalmology. 2016; 11(2): 102-11 (In Russ.)] doi:10.18821/1993-1859-2016-11-2-102-111
  19. Heiligenhaus A, Minden K, Tappeiner C, Baus H, Bertram B, Deuter C, et al. Update of the evidence based, interdisciplinary guideline for antiinflammatory treatment of uveitis associated withjuvenile idiopathic arthritis. Seminars in Arthritis andRheumatism. 2019; 49: 43-55. https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2018.11.004
  20. Lidia Rutkowska-Sak and Piotr Gietka. Uveitis associated juvenile idiopathic arthritis – presentation of recently published international recommendations for diagnostic and therapeutic procedures. Reumatologia. 2020; 58(5): 277–281. Published online 2020 Oct 29. doi: 10.5114/reum.2020.100169
  21. Галстян Л.А., Жолобова Е.С., Чебышев С.Н., Мелешкина А.В., Серая В.А., Лоскутова О.Ю. Увеит, ассоциированный с ювенильным идиопатическим артритом. Росвестнперинатолипедиатр 2019; 64:(2): 30–37. https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-2-30-37
  22. Lorina Petrescu, Mirela Crișan, Călin Lazăr, and Cristina Stan. Anterior and posterior uveitis associated with juvenile idiopathic arthritis -case report.Rom J Ophthalmol. 2022 Apr-Jun;66(2): 185–190.doi: 10.22336/ijo.2022.36

23. Головач И.Ю., Егудина Е.Д. ,Бевзенко Т.Б. Офтальмологические проявления системных васкулитов. Українськийревматологічнийжурнал • № 2 (72) • 2018. – С. 46-57
24. Сорожкина Е.С. Клинико-иммунологические особенностиuveита при болезни Бехчета. 2022. Диагностика <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09273948.2019.1704022?scroll=top&needAccess=true&role=tab>
25. Hatemi G, Christensen R, Bang D, et al. 2018 update of the EULAR recommendations for the management of Behcet's syndrome. Ann Rheum Dis. 2018;77(6):808-818. doi:10.1136/ann-rheumdis-2018-213225
26. Лисицына ТА, Алекберова ЗС, Голоева РГ. Новые рекомендации по ведению пациентов с болезнью/синдромом Бехчета (EULAR, 2018). Научно-практическая ревматология. 2019; 57(2):133-141. [Lisitsyna TA, Alekberova ZS, Goloeva RG. New guidelines for the management of patients with Behcet's disease/syndrome (EULAR, 2018).Nauchno-PrakticheskayaRevmatologiya = RheumatologyScience and Practice. 2019; 57(2):133-141 (In Russ.)] doi:10.14412/1995-4484-2019-133-141
27. Uke P, Gorodkin R, Beare N. Biologic therapy for Behcet's uveitis: a systematic review. Br J Ophthalmol. 2020;104(8):1045-1051.doi:10.1136/bjophthalmol-2019-314154
28. Botsios C, Sfriso P, Furlan A, Punzi L, Dinarello CA. Resistant Behcet disease responsive to anakinra. Ann Intern Med. 2008; 149 (4):284-286. doi: 10.7326/0003-4819-149-200808190-00018
29. Ugurlu S, Ucar D, Seyahi E, Hatemi G, Yurdakul S. Canakinumab in a patient with juvenileBehcet's syndrome with refractory eye disease. Ann Rheum Dis. 2012; 71(9): 1589-1591. doi: 10.1136/annrheumdis-2012-201383
30. Lopalco G, Fabiani C, Venerito V, Lapadula G, Iannone F, Cantarini L. Ustekinumab efficacy and safety in mucocutaneousmulti-refractory Behcet's disease. ClinExpRheumatol. 2017; 35 (6 suppl 108):130-131
31. Murray PI, Rauz S. The eye and inflammatory rheumatic diseases: The eye and rheumatoid arthritis, ankylosing spondylitis, psoriatic arthritis. Best Pract Res ClinRheumatol. 2016;30(5):802-825.doi:10.1016/j.berh.2016.10.007
32. Соловьев СК, Асеева ЕА, Попкова ТВ, Лила АМ, Мазуров ВИ, Насонов ЕЛ. Системная красная волчанка: новые горизонты диагностики и терапии. Научно-практическая ревматология. 2020; 58(1): 5-14. [Solovyev SK, Aseeva EA, Popkova TV, Lila AM, Mazurov VI, Nasonov EL. Systemic lupus erythematosus: new horizons for diagnosis andtherapy. Nauchno-PrakticheskayaRevmatologiya=Rheumatology Science and Practice. 2020;58(1):5-14.(In Russ.)].doi:10.14412/1995-4484-2020-5-14
33. Dörner T, Furie R. Novel paradigms in systemic lupus erythematosus. Lancet. 2019;393(10188):2344-2358. doi:10.1016/S0140-6736(19)30546-X58.
34. Cunningham ET, Tabbara KF, Zierhut M. Systemic LupusErythematosus and the Eye. OculImmunol Inflamm.2018;26(8):1143-.doi:10.1080/09273948.2018.1539589

**TREATMENT OF KNEE JOINT DEFORMITIES IN CHILDREN****Skvortsov A.,***Doctor of Medical Sciences**Chief Researcher**State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"***Khabibyanov R.,***Doctor of Medical Sciences**Chief Researcher**State Autonomous Healthcare Institution "Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"***Maleev M.***Candidate of Physical and Mathematical Sciences**Leading Researcher**State Autonomous Institution of Health "Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan"***ЛЕЧЕНИЕДЕФОРМАЦИЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ДЕТЕЙ****Скворцов А.П.***Доктор медицинских наук**Главный научный сотрудник**Государственное автономное учреждение здравоохранения  
«Республиканская клиническая больница Министерства  
здравоохранения Республики Татарстан»***Хабибьянов Р.Я.***Доктор медицинских наук**Главный научный сотрудник**Государственное автономное учреждение здравоохранения  
«Республиканская клиническая больница Министерства  
здравоохранения Республики Татарстан»***Малеев М.В.***Кандидат физико-математических наук**Ведущий научный сотрудник**Государственное автономное учреждение здравоохранения  
«Республиканская клиническая больница Министерства  
здравоохранения Республики Татарстан»*<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054549>

Были изучены отдаленные результаты лечения пациентов с угловыми деформациями костей, образующих коленный сустав, пролеченных в отделении детской ортопедии ГАУЗ «Республиканская клиническая больница» МЗ РТ традиционным способом по методу Илизарова, – 27 пациентов в период до 1981 по 2003 гг. (группа сравнения). Также были изучены отдаленные результаты лечения 15 пациентов той же нозологии, пролеченных аппаратом собственной разработки в период с 2008 по 2017 гг. (собственная группа). У всех пациентов с деформациями костей, образующих коленный сустав, причинами были посттравматический или постостеомиелитический процесс, деформация превышала во фронтальной плоскости 30 градусов. Сроки отдаленного наблюдения в собственной группе пациентов составили от 4 до 15 лет.

У 16 пациентов, оперированных традиционным методом Илизарова (группа сравнения), было выявлено, что восстановление биомеханической оси конечности при устраниении деформации за счет

формирования клиновидного дистракционного регенерата в силу особенностей метода не осуществлена. Судя по рентгенограммам до операции и по окончании коррекции деформации, нарушение оси даже усугублялось. Это объясняется тем, что особенностью традиционной компоновки аппарата Илизарова, примененной в этих случаях, является отсутствие возможности восстановления биомеханической оси конечности. В этом заключается причина перегрузки одного из мышцелков бедра в постоперационном периоде, развития раннего гонартроза и инвалидности пациента. У этих пациентов развился выраженный гонартроз, пятью из них произведено эндопротезирование сустава по окончании роста. Следует отметить, что у данной группы пациентов исходная деформация была многоплоскостной и во фронтальной плоскости превышала 30 градусов. Все эти пациенты перенесли острый гематогенный метаэпифизарный остеомиелит в дистальном отделе бедра или в прок-

симальном отделе голени в период новорожденности или первого года жизни. Они характеризовались многоплоскостной деформацией области коленного сустава наибольшей выраженности среди всех наблюдавшихся.

Причиной отсутствия восстановления оси конечности является то, что при использовании аппаратного метода лечения при кортикотомии один из кортикальных слоев кости полностью не пересекается, формирование дистракционного регенерата треугольной формы производится относительно непересеченного кортикального слоя кости с опережающим темпом дистракции. Не полностью пересеченный участок кортикального слоя метафиза является точкой вращения остеотомированного фрагмента. При этом формируется регенерат требуемой геометрии в зависимости от величин компонентов деформации. Подобные проблемы могут возникать и при линейном удлинении сегментов нижней конечности.

При использовании штатных компоновок аппаратов нормализации оси и биомеханики нижней конечности при применении аппаратного лечения для исправления многокомпонентной деформации достичь невозможно. Без применения дополнительных узлов нарушение оси конечности неизбежно усугубляется. Поэтому при лечении данной категории пациентов необходимо тщательное предоперационное планирование. Для этого мы использовали метод построения обычных скиаграмм (рис. 1) рентгеновских снимков области коленного сустава с целью изучения прохождения оси конечности и для определения величины необходимого перемещения остеотомированного фрагмента заинтересованного сегмента в целях восстановления оси конечности в процессе коррекции деформации.

Цель исследования – разработка технологии устранения многоплоскостных деформаций костей, образующих коленный сустав, с учетом восстановления оси конечности.

### **Материалы и методы исследования**

Полученные и проанализированные отрицательные результаты лечения у 16 из 27 (59,25%) пациентов, оперированных традиционным способом по методу Илизарова, свидетельствовали о необходимости разработки индивидуального алгоритма лечения данного контингента пациентов с учетом сохранения или восстановления оси деформированного сегмента конечности. Так как наиболее частой причиной неудовлетворительного отдаленного результата лечения этих пациентов явилось развитие раннего гонартроза, наибольшее внимание было уделено вопросу восстановления именно биомеханической оси сегмента, хотя и другие компоненты деформации нельзя не учитывать. Мы исходили из постулата: неустранимое одного из компонентов деформации неизбежно приведет к рецидиву всех имевших место составляющих деформации. Поэтому разработанный алгоритм для лечения этой категории пациентов с применением аппарата собственной разработки при предоперационном планировании учитывает следующие показатели:

- 1) угол (фронтальной и сагиттальной) деформаций;
- 2) укорочение сегмента конечности;
- 3) наличие внутренней или наружной торсии сегмента конечности;
- 4) прохождение биомеханической оси конечности до и после окончания коррекции и ее исправление.

Все вышеперечисленные величины составляющих деформации учитывались нами при предоперационном планировании оперативного вмешательства с использованием аппарата внешней фиксации, а именно: выбор темпа дистракции, ее направления, поочередность их устранения. Предоперационное планирование выполнялось путем построения скиаграмм на обычной кальке. Полное восстановление биомеханики сустава аппаратным методом проводилось за счет формирования углового дистракционного регенерата заданных размеров и формы. Данная скиаграмма показывает также возникновение перегрузки мыщелка бедра в процессе устранения деформации за счет смещения оси конечности, а также окончательный результат устранения деформации и дает возможность визуализировать исход лечения.

С целью воссоздания биомеханической оси сегмента при устранении деформации сегмента конечности нами были разработаны приставки к аппарату внешней фиксации. Устранение фронтальной и сагиттальной деформаций, а также патологической торсии производят одновременно в аппарате Илизарова. После этого в периоде созревания дистракционного костного регенерата заданной формы выполняют перемонтаж и домонтаж аппарата путем установки разработанных приставок для коррекции биомеханической оси конечности. Необходимость разработки данных узлов и приставок вызвана отсутствием таковых в штатных наборах деталей аппарата Илизарова. Более того, устранение угловых деформаций аппаратом Илизарова в общепринятой компоновке не обеспечивает индивидуальный учет патологической позиции оси конечности.

Как следует из представленных схем формирования многоплоскостного дистракционного регенерата, процедура устранения многоплоскостной деформации является многоэтапной и индивидуальной, требующей постоянного рентгеноконтроля, перемонтажа и домонтажа применяемого аппарата (монтажа и демонтажа деторсионных узлов, приставок для коррекции оси конечности).

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Данный алгоритм устранения угловых деформаций костей, образующих коленный сустав, с применением выносных узлов для восстановления биомеханической оси конечности использован при лечении 15 пациентов с многоплоскостными деформациями, превышающими 30 градусов во фронтальной плоскости.

Отдаленные результаты лечения данной группы пациентов были оценены как положительные у 10 пациентов (66,7%). Несмотря на полное восстановление биомеханической оси конечности

при устраниении всех элементов деформации, все же у 5 были диагностированы гонартрозы I-II степени.

Клинический пример: пациентка П-ва А., 12 лет (и/б. № 2053), в раннем детском возрасте (8 месяцев) перенесла острый гематогенный остеомиелит области дистального метаэпифиза левой бедренной кости. Поступила на лечение в отделение детской ортопедии ГАУЗ «РКБ» МЗ РТ с диагнозом: «Вальгусная установка левой нижней конечности за счет деформации дистального метаэпифиза левой бедренной кости». После окончания острого гнойного процесса лечилась у ортопеда по месту жительства. Ей было рекомендовано ношение корригирующего ортеза. Несмотря на проводимое лечение, фронтальная деформация усугублялась и в момент обращения составила 42 градуса. Рекурвационной, атекурувационной, а также выраженной торсионной патологии у больной не выявлено.

Пациентке была произведена кортикотомия бедра на вершине деформации. После создания дистракционного клиновидного костного регенератора по произведенной по рентгенологическому снимку скиаграмме выявилось отклонение биомеханической оси конечности книзу. Без обезболивания щадяще произведен ремонтаж аппарата с поочередной установкой разработанных выносных узлов на штанги. В этом заключается подготовка к последнему этапу исправления деформации – восстановлению биомеханической оси конечности путем постепенного перевода дистальной остеотомированной части левой бедренной кости относительно ее проксимального фрагмента. Окончание коррекции контролируется рентгенологически и выполнением по снимкам, произведенным динамически, и скиаграммам. По завершении процесса восстановления биомеханической оси конечности разработанные узлы демонтируются с установкой штатных резьбовых штанг.

Во время аппаратного лечения осуществлялся обычный темп дистракции. По окончании купирования деформации коленный сустав освободили от

наложенной на голень разгружающей опоры. Пациентка выписана на амбулаторное лечение для окончательного «созревания» дистракционного костного регенератора.

Через 65 дней аппарат демонтирован. Назначены физиомеханопроцедуры.

### **Выходы**

Проведенный анализ лечения данной категории пациентов показал, что:

- при фронтальных деформациях свыше 30 градусов наиболее часто встречаются сагиттальная, торсионная патологии, сопровождающиеся нарушением биомеханической оси конечности;

- особенно выраженные многоплоскостные деформации наблюдаются у пациентов, перенесших повреждение ростковой пластины кости в младенческом возрасте (вследствие острого гематогенного остеомиелита в области сустава) или раннего детского возраста вследствие травмы;

- для профилактики поздних послеоперационных артрогенных осложнений у детей (ранний гонартроз) процесс устранений деформации аппаратным методом обязательно должен учитывать возможность восстановления биомеханической оси конечности, что должно быть предусмотрено соответственно применяемой конструкцией аппарата;

- воссоздание биомеханической оси конечности как последний этап устранения многоплоскостной деформации положительно влияет на «созревание» дистракционного костного регенератора заданной формы;

- положительные результаты лечения пациентов при устранении деформации с воссозданием биомеханической оси конечности достигнуты в 66,7% случаев, тогда как у пациентов группы сравнения с применением общепринятого традиционного способа по методу Илизарова – в 40,8% случаев.

**Stolyarenko P.**

*PhD, assistant professor of the Chair of maxillofacial surgery and dentistry Samara State Medical University, Russia, Samara*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8298-6947>*

**СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ. ЧАСТЬ 3****Столяренко П.Ю.**

*кандидат медицинских наук, доцент кафедры челюстно-лицевой хирургии и стоматологии Самарского государственного медицинского университета, Россия, Самара*  
*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8298-6947>*  
*<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054559>*

**Abstract**

Only a few great discoveries are the result of the work of one person. This article will name a number of names associated with the discovery of anesthesia. All of them deserve mention and honor. However, Horace Wells in 1844 realized the importance of the discovery of inhalation anesthesia with nitrous oxide to ensure painless surgery, successfully applied this idea to himself and his patients and demonstrated his method to the whole world for use in surgery without any conditions. As he said: "Let it be as free as the air we breathe." Who was this individual whom history records as the discoverer of anesthesia, and how did his place in immortality become assured?

The third part of the series of articles on the history of anesthesia is devoted to the life and work of dentist Horace Wells and the events surrounding the discovery of the anesthetic properties of nitrous oxide. Part 1 is published in DSJ No. 73, Part 2 is published in DSJ No. 76. To be continued.

**Аннотация**

Лишь немногие великие открытия являются результатом труда одного человека. В этой статье будет назван ряд имен, связанных с открытием анестезии. Все они заслуживают упоминания и почета. Однако Гораций Уэллс в 1844 году осознал всю значимость открытия ингаляционного наркоза закисью азота для обеспечения безболезненной хирургии, успешно применил эту идею на себе и своих пациентах и продемонстрировал свой метод всему миру для использования в хирургии без каких-либо условий. Как он сказал: «Пусть это будет так же бесплатно, как воздух, которым мы дышим». Кем же был этот человек, которого историки считают первооткрывателем анестезии, и как ему было обеспечено место в бессмертии?

Третья часть цикла статей по истории наркоза посвящена жизни и деятельности дантиста Горация Уэллса, событиям, связанным с открытием обезболивающих свойств закиси азота. 1 часть опубликована в DSJ № 73, 2 часть – в DSJ № 76. Продолжение следует.

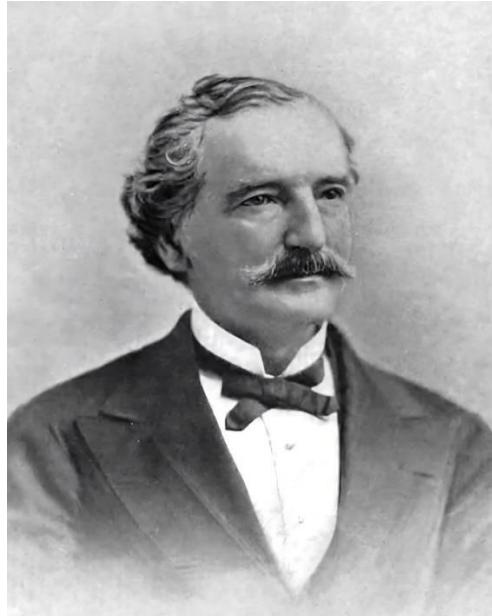
**Keywords:** history of anesthesia, nitrous oxide, Horace Wells.

**Ключевые слова:** история наркоза, закись азота, Гораций Уэллс.

Есть сведения о том, что Лонг использовал эфир для амбулаторных операций ещё раньше, в 1841 году. Может быть именно эти факты, а также не доказанные документально (или надуманные поклонниками К. Лонга для успеха в борьбе за приоритет открытия эфирного наркоза), оставляют в тени Уильяма Э. Клэйрка (William E. Clarke, 1818–1878) – ещё одного претендента на честь называться первооткрывателем эфирного наркоза? Известно, что в том же 1842 году, но несколько раньше К. Лонга (в январе) Уильям Клэйрк, химик из Рочестера, Нью-Йорк, и студент Беркширского медицинского колледжа штата Массачусетс, применил эфир на полотенце мисс Хобби (Hobby), после чего дантист Элиджа Поуп (Eljah Pope) удалил ей больной зуб. Клэйрк был вдохновлён своим ранним опытом «эфирных шалостей» (ether frolics) в Рочестере. Всё это было одноразово. Так или иначе,

Клэйрк и Поуп были не в состоянии распознать важные потенциальные возможности того, что они сделали. Кроме того, этот случай не был опубликован своевременно. Сообщение Генри М. Лимана (Henry M. Lyman) появилось почти через 40 лет в Artificial anesthesia and anesthetics, New York, William Wood and Co., 1881 [1-3].

В 40-е годы XIX столетия вновь ожили попытки применить закись азота для обезболивания. В 1844 году начали осуществляться взгляды, высказанные Дэви, Фарадеем и Хикменом. Гарднеру Колтону (рис. 1) и Горацию Уэллсу (рис. 2) принадлежит первенство в использовании закиси азота в качестве общего анестетика у человека. Хотя эфир было проще готовить и хранить, закись азота считалась более безопасной и приятной для вдыхания [4].



*Рис. 1. Gardner Quincy Colton (1814–1898) – странствующий лектор по закиси азота; основатель Ассоциации дантистов Колтона*

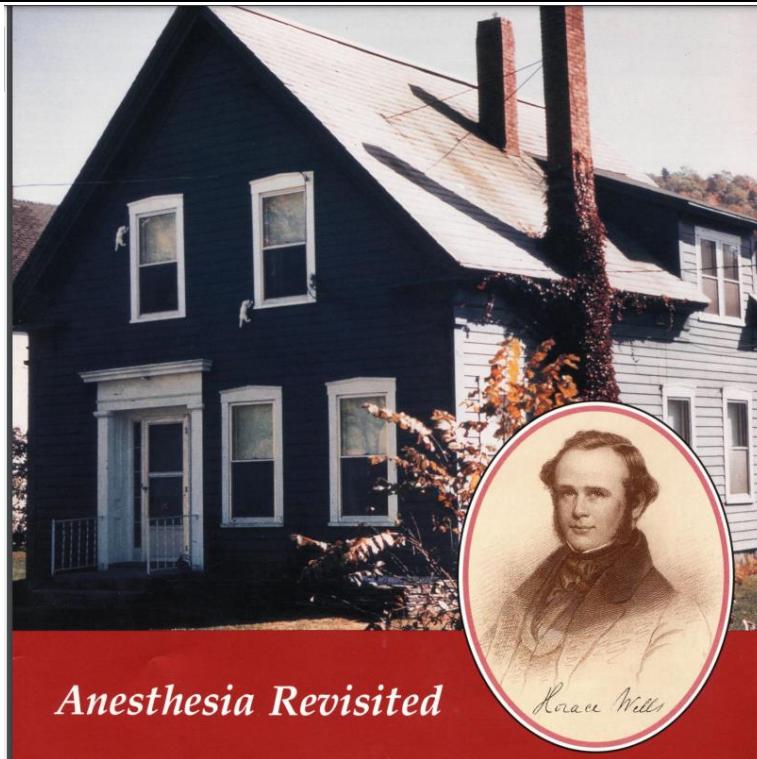


*Рис. 2. Horace Wells (1815–1848). Исполнитель и дата неизвестны. Номер по каталогу MGM-06911, предоставлен Отделу медицины и науки Национального музея американской истории, Смитсоновский институт, Вашингтон, округ Колумбия [4]*

### **ГОРАЦИЙ УЭЛЛС**

Гораций Уэллс родился 21 января 1815 года в городе Хартфорд, штат Вермонт (рис. 3, 4) [5]. Был старшим сыном из троих детей. Он происходил из аристократического рода Новой Англии. Его предки были одними из первых поселенцев Вермонта. Дед по отцовской линии, капитан Езекия

Уэллс ((Hezekiah Wells), с честью служил во время Американской революции и был видным деятелем в государственных делах. Его бабушка была родственницей губернатора Коннектикута во время революции Джонатана Трамбулла (Jonathan Trumbull, 1710–1785) [6].



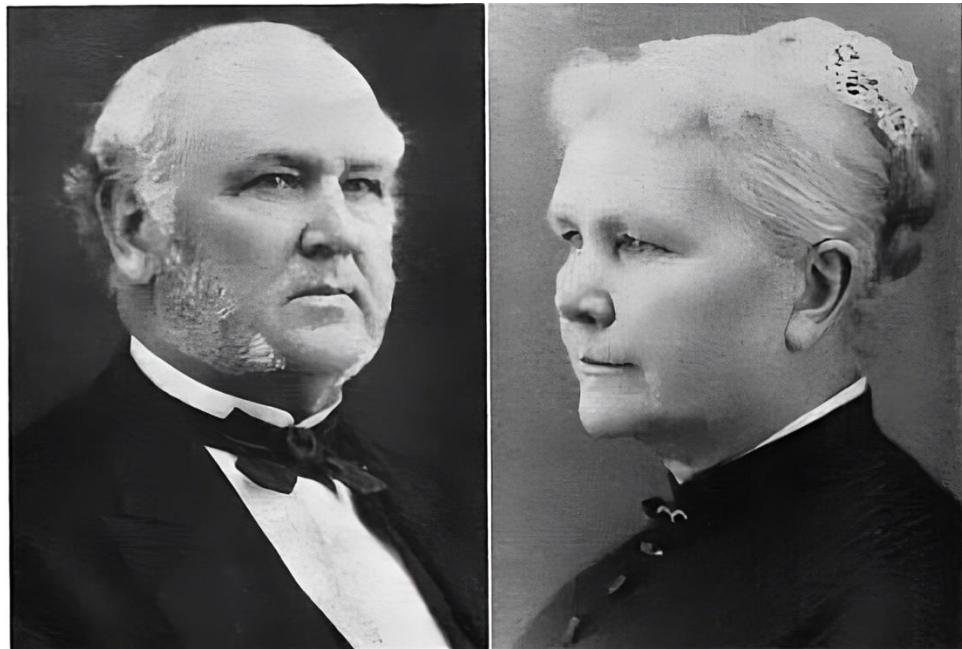
*Рис. 3. Место рождения Горация Уэллса в Хартфорде, штат Вермонт (Vandam, L.D. Anesthesia Revisited. The Birthplace of Horace Wells. ASA. Newstetter. Sept, 1990;54(9).*

*На обложке журнала ASA NEWSLETTER изображен дом в 1964 году. Фото David M. Little, Jr., M.D. [7]*



*Рис. 4. Место рождения Горация Уэллса – Хартфорд, округ Виндзор, штат Вермонт. Ил. no Archer (1944) [11]*

В 1817 году родился брат Чарльз [8]. В 1818 году семья переехала в Беллоуз-Фоллс [8, 9]. В 1819 году родилась сестра Мэри [10] (рис. 5).



*Рис. 5. Charles Wells (1817–1884), доктор медицины, младший брат Горация Уэллса; Mary Wells Cole (1819–1900), сестра Горация Уэллса, преподаватель французского и музыки [11]*

Родители Уэллса были образованными, культурными, богатыми землевладельцами и смогли дать своим троим детям все преимущества. Гораций посещал частные школы в Нью-Хэмпшире и в Амхерсте, штат Массачусетс. В свои ранние годы Уэллс продемонстрировал изобретательские и технические способности. В зрелом возрасте он стал известен как изобретатель. Его описывают как человека, обладавшего «необыкновенным беспокойством, активностью и интеллектом». В 1834 г. в возрасте 19 лет Уэллс начал изучать зубоврачевание в Бостоне. Он прошел двухлетнюю практику или ученичество, как это было принято в то время. Первая зубоврачебная школа открылась только в 1840 г. в Балтиморе. Хотя нет никаких данных о том, кто мог быть его учителем, вполне вероятно, что состоятельные родители обеспечили ему самое лучшее обучение у самых известных врачей в Бостоне. Не исключено, что одним из его наставников был доктор Натан К. Кип (Nathan Cooley Keep, 1800–1875), известный бостонский дантист, который в возрасте 68 лет стал первым деканом вновь организованной зубоврачебной школы Гарварда в 1868 году. В 1836 году Уэллс переехал в Хартфорд, штат Коннектикут, где за короткое время развила успешную практику. Он изобрел и сконструировал большинство собственных инструментов. Вскоре Уэллс вошел в число лучших дантистов города. Среди его пациентов была элита деловых, социальных и политических кругов Хартфорда, в том числе губернатор и

члены его семьи. [12]. В конце 1836 года Уэллс писал домой, что его доходы составляют от 5 до 20 долларов в день. К 1838 году он сообщал, что зарабатывает 100 долларов в неделю. Возможно, что до того, как Уэллс поселился в Хартфорде, он мог быть «путешествующим» или «странствующим» дантистом – обычная практика того времени. В период с 1836 по 1845 г. он шесть раз переносил свои «операционные помещения». Переезд офиса в те времена, конечно, был не таким сложным, как сегодня. Не было ни водопровода, ни электричества, о которых стоило бы беспокоиться, и почти никакого механического оборудования. У Уэллса были самые элементарные потребности, например, комнаты с достаточным естественным освещением и, возможно, лампа с китовым жиром, дополняющая естественное освещение. Он использовал стул, подобный стулу Снелла, изобретенному в 1832 году. Его инструменты и принадлежности включали пинцеты, ручные боры и сверла, щипцы, искусственные зубы и золото. Вероятнее всего, он использовал футляр для инструментов типа Шевалье. Он также спроектировал и изготовил футляр для инструментов, за который получил награду от Массачусетской ассоциации механиков на местной выставке.

В 23 года Уэллс написал и опубликовал брошюру «Эссе о зубах» (рис. 6) [13]. В ней описывалось развитие зубов, заболевания полости рта и их

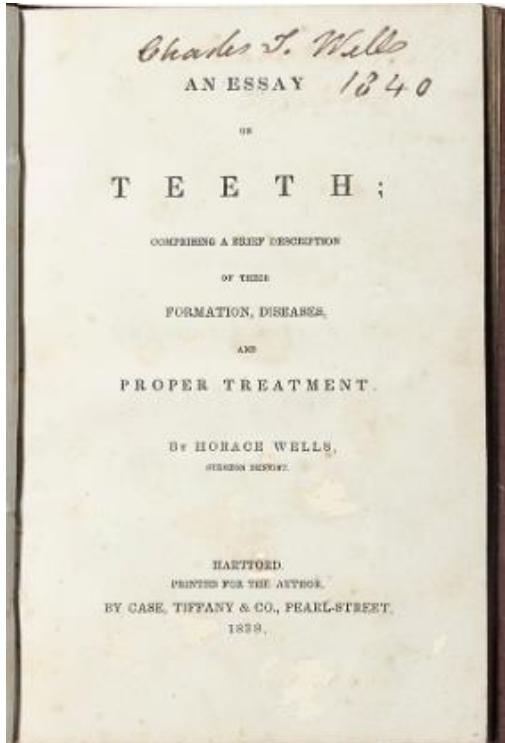


Рис. 6 . Титульный лист брошюры Горация Уэллса. Хартфорд, 1838 г. Вверху подпись Чарльза Т. Уэллса из Хартфорда, датированная 1840 годом

лечение. Его обоснованные рассуждения о диете, инфекции и гигиене полости рта были передовыми идеями для того времени. Уэллс был убежденным сторонником профилактического зубоврачевания и посвятил ему целую главу в своей книге. Он решительно выступал за использование щетки и писал: «Те зубы, которые часто чистят щеткой, редко или никогда не разрушаются». Уэллса была хорошая репутация в работе с детьми. Он понимал коварную природу сахара и писал: «Нет ничего более разрушительного для зубов, чем продукт, продаваемый почти на каждом углу улиц под названием конфеты». Уэллс также значительно опередил свое время, оценив пользу сохранения молочного зубного ряда. Он предвидел осложнения, связанные с преждевременной потерей или удалением молочных зубов, и предупреждал, что молочные зубы «должны оставаться до тех пор, пока они не будут готовы выпасть сами, если только они не станут слишком беспокоить, чтобы их можно было терпеть» [13].

В отличие от большинства практикующих врачей своего времени, Уэллс признавал, что пломбирование кариозных зубов является наиболее важной частью искусства дантиста. Он писал: «Какой бы простой ни казалась операция пломбирования зубов, на самом деле она является наиболее слож-

ным, а также наиболее важным разделом профессии» [13]. Умения и знания Уэллса становятся еще более удивительными, если учесть уровень развития медицины и зубоврачевания тех лет. Во времена Уэллса средняя продолжительность жизни составляла 35 лет; лучшие медицинские методы не могли помочь вылечить почти ни одной болезни; серьезная операция была фактически смертным приговором; оспа была единственным инфекционным заболеванием, от которого существовала известная профилактика; Пастер и золотой век бактериологии были еще впереди, хирурги переносили вирулентные микроорганизмы на своих руках, инструментах, одежде и перевязочных материалах от пациента к пациенту и от операции к операции. Больницы в его время были известны как «дома смерти». Оливер Уэнделл Холмс (старший) (Oliver Wendell Holmes, Sr., 1809–1894) в своем выступлении перед Массачусетским медицинским обществом заявил: «Если бы все используемые сейчас медицинские средства могли опуститься на дно моря, это было бы только лучше для человечества и тем хуже для рыб» [6].

9 июля 1838 года Уэллс женился на 20-летней Элизабет Уэллс (рис. 7).

26 августа 1839 года родился единственный сын, Чарльз Томас Уэллс (1839–1909) [14].



*Рис. 7. Портрет Элизабет Уэлльс (Elizabeth Wales, 1818–1889). Исполнитель и дата неизвестны. Номер по каталогу MGM-06912, предоставлен Отделу медицины и науки Национального музея американской истории, Смитсоновский институт, Вашингтон, округ Колумбия [4]*

За годы практики в Хартфорде Уэллс обучил зубоврачеванию многих учеников. Некоторые из них получили широкую известность. Выдающиеся среди этих учеников были дантисты Уильям Т.Г. Мортон и Джон М. Риггс, получивший известность благодаря «болезни Риггса». Мортон и Уэллс некоторое время вместе практиковали в Бостоне. Кабинет Риггса в Хартфорде находился рядом с кабинетом Уэллса. Оба этих бывших ученика Уэллса сыграли свою роль в открытии наркоза. Значительная часть практики Уэллса состояла в удалении зубов. Об этом свидетельствуют записи в его ежедневнике, а также большое количество щипцов, указанных в описи инструментов. Уэллс очень переживал, что пациенты испытывают боль и дискомфорт при удалении зубов. Он полагал, что должен быть лучший способ оказания этой помощи, и постоянно думал о том, как можно облегчить боль при удалении зубов. Еще в 1840 г. в беседе с врачом из Хартфорда Линусом П. Брокеттом (Linus P. Brockett, 1820–1893) Уэллс «глубоко проникся идеей, что в будущем будет сделано открытие, благодаря которому зубоврачебные и другие операции можно будет проводить без боли» [10].

Анестезия для хирургических операций была еще неизвестна, поэтому лишь немногие хирурги пытались проводить сложные операции. Хирургические операции в основном сводились к поверхностным вмешательствам или ампутации конечностей, при этом пациентов насилино удерживали помощники. Мастерство хирурга оценивалось скоростью работы его ножа. Джон Хантер (Джон Хантер, 1728–1793), ведущий анатом и хирург того времени, описывал хирургию как «унизительное

зрелище тщетности науки», а хирурга – как «дикаря, вооруженного ножом». Боль была настолько важной частью хирургии, что многие авторитеты считали ее необходимой частью хирургии и что это воля Божья.

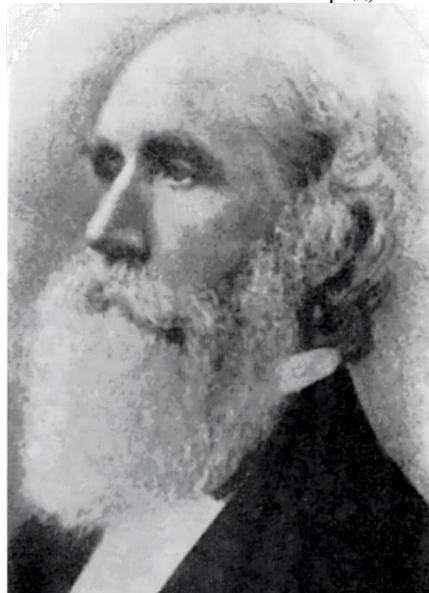
10 декабря 1844 года – день, который изменит ход жизни доктора Уэллса навсегда. Он также станет чрезвычайно важным днем в истории развития анестезии. Общепринятое описание событий, связанных с этим «открытием», состоит в том, что Уэллс прочитал в местной газете Hartford Courant сообщение: «Вечером в Union Hall состоится грандиозная демонстрация эффектов, производимых вдыханием закиси азота», которую представит г-н Гарднер К. Колтон» [4, 6]. Эта демонстрация закиси азота стала одним из главных развлечений того дня. Уэллс и его жена Элизабет посетили это представление. Закись азота, хотя и была открыта Пристли в 1776 г., нашла очень мало практического применения, кроме как в качестве развлекательного средства. Бродячие артисты, такие как Колтон, устраивали демонстрации в различных населенных пунктах. В свое время Колтон был студентом-медиком и, предположительно, контактировал с закисью азота во время учебы в медицинской школе. Уэллс и его жена посетили демонстрацию в тот вечер. Колтон предложил присутствующим в зале вдыхать газ, чтобы испытать его действие. Во время демонстрации Уэллс заметил, что некоторые из тех, кто вдыхал закись азота, часто спотыкались и наносили себе травмы, не испытывая при этом никаких неприятных ощущений. Среди зрителей был Сэмюэл А. Кули (1821–1900), молодой служащий аптеки в Хартфорде. Он сидел рядом с доктором

Уэллсом и стал участником эксперимента с вдыханием веселящего газа. Кули повредил ноги, когда налетел на несколько деревянных скамеек, находясь под воздействием закиси азота, не сделав при этом даже гримасы. Он не подозревал о своих травмах до тех пор, пока действие закиси азота не прекратилось. Гораций Уэллс заметил это и предположил, что пациенту под воздействием веселящего газа можно выполнить удаление зуба без боли. [15, 16]. Уэллс договорился с Колтоном о проведении испытания газа.

Замечательный американский писатель Сэмюэл Клеменс (более известный под псевдонимом Марк Твен) в своем эссе «Счастливые воспоминания о зубоврачебном кресле» с юмором и глубоким смыслом рассказывает об этом знаменательном и историческом событии [17]. Твен излагает свой автобиографический опыт в области зубоврачевания в литературном произведении в форме,

напоминающей описание случая в профессиональном стоматологическом журнале [7]. Клеменс писал: «Однажды зимним вечером они посетили странствующую выставку веселящего газа и показывались со смеху над гротескными представлениями некоторых представителей молодежи Хартфорда, находящихся под счастливым владычеством газа. Вскоре один из них, молодой парень по имени Кули, споткнулся о стул или стол и с грохотом упал на сцену, но тут же вскочил на ноги и снова погрузился в веселье, не теряя при этом куража» [17].

Колтон рассказал, что произошло дальше: «Когда зрители уходили, доктор Уэллс подошел ко мне и спросил: «Почему человек не может удалить зуб и не чувствовать его под действием газа?» Я ответил, что не знаю. «Ну, - сказал он, - я думаю, что это можно сделать». Мистер Кули не знал, что причинил себе боль, пока действие газа не прошло. Он сказал: «У меня есть большой кариозный зуб, и я был бы рад, если бы мне его удалили».



*Рис. 8. John Mankey Riggs (1811–1885) — американский дантист, впервые в мире провёл операцию удаления зуба под наркозом закисью азота [18]*

Вечером того же дня Уэллс встретился со своим коллегой Джоном Мэнки Риггсом (рис. 8). Они засиделись до поздней ночи, обсуждая возможность предотвращения страданий во время удаления зуба и операции с помощью газа. Риггс согласился сделать удаление беспокоящего зуба мудрости Уэллса на следующий день (рис. 9). Операция была проведена под воздействием закиси азота, которую давал вдыхать Колтон, в зубоврачебном кабинете Уэллса на Мейн-стрит напротив Старого государственного дома в центре Хартфорда (Old

State House). Сразу же после того, как Уэллс пришел в себя после воздействия закиси азота, он взмахнул руками в воздухе и воскликнул: «Новая эра в удалении зубов!». Позже Риггс сказал: «Он [Уэллс] заметил, что не почувствовал никакой боли от операции». Риггс описал события 11 декабря следующим образом: «На следующее утро в офис доктора Уэллса пришел мистер Колтон со своим мешком с газом и я. Кроме доктора Уэллса, мистера Колтона и меня там присутствовали мистер Сэмюэл А. Кули и некоторые другие, чьих имен я сейчас не могу вспомнить. Доктор



Рис. 9. Первый наркоз закисью азота (11 декабря 1844 г.).

Химик Колтон (с мешком, наполненным веселящим газом), в кресле Уэллс, слева дантист Риггс, удаливший без боли зуб

Уэллс, усевшись в операционное кресло, взял мешок и вдохнул газ, и после того, как он в достаточной степени подвергся его воздействию, откинулся на спинку, и я удалил зуб. Это был большой коренной зуб на верхней челюсти, такой, который иногда называют «зубом мудрости». Для его удаления потребовалось большое усилие. Доктор Уэллс не проявлял никакой чувствительности к боли. Он оставался под воздействием газа еще некоторое время, и сразу же придавая себе силы, он всплеснул руками и воскликнул: «Новая эра удаления зубов» [19, 20].

Далее Риггс сказал: «Мы были настолько впечатлены успехом этого эксперимента, что сразу же обратили свое внимание на удаление зубов с помощью этого вещества и продолжали заниматься исключительно этим вопросом почти в течение нескольких недель». Риггс также отметил, что «два молодых врача из Хартфорда одобрили применение этого газа и провели несколько безболезненных операций под воздействием газа, причем Уэллс вводил его сам» [6].

#### **ПАРТНЕРСТВО УЭЛЛСА С МОРТОНОМ В БОСТОНЕ БЫЛО ТОЛЬКО НОМИНАЛЬНЫМ**

Все авторы, пишущие об истории анестезии, упоминают партнерство Уэллса и Мортона в Бостоне. В качестве доказательства существования этого партнерства можно привести рекламу, появившуюся в журнале American Traveller (Американский путешественник, том 19, номер 61, 30 января 1844 г.), бостонская газета, выходящая раз в две недели, цитирует (рис. 10). Также, в качестве доказательства, представлено уведомление о рас不仅能回答问题，还能提出自己的观点。这种能力在处理复杂的医学历史事件时尤为重要，因为它们往往涉及多方面的因素和不同的叙述视角。

Записи из ежедневника показывают, что Уэллс не только по-прежнему давал Мортону «инструкции по искусству зуровачевания, согласно соглашению», но и выполнял значительную часть работы Мортона в Хартфорде [10].

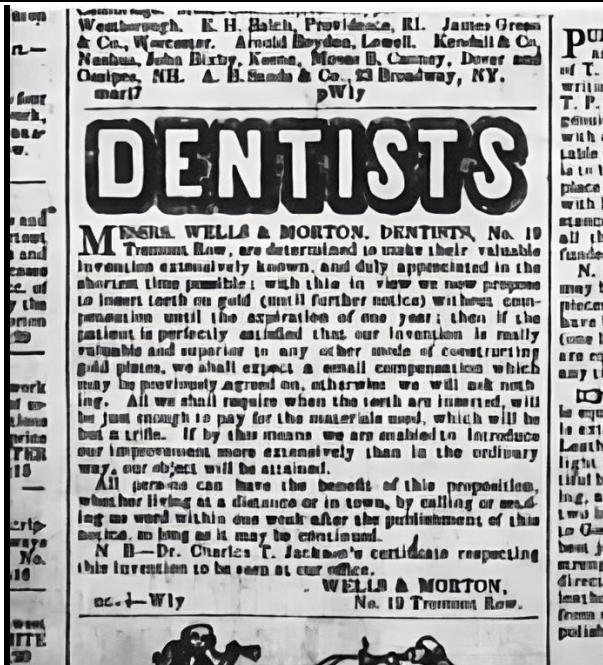


Рис. 10. Объявление в бостонской газете о партнерстве Уэллса и Мортон

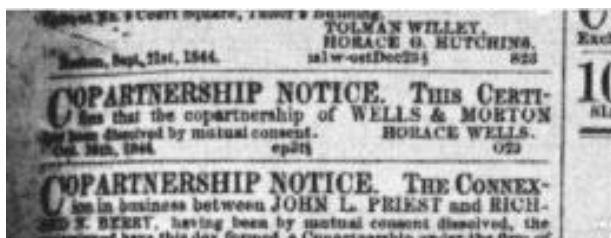


Рис. 11. Сообщение Уэллса в бостонской газете о том, что его партнерство с Мортоном прекращено

В статье «Хронологическая история Горация Уэллса, первооткрывателя анестезии», опубликованной в «Бюллетене истории медицины», доктор Арчер пишет: «Поскольку в некоторых работах имя д-ра Уэллса связывается с «открытием эфира и хлороформа», то, возможно, будет уместно заявить, что именно этому покойному принадлежит открытие эфира, который сейчас используется дантистами и другими специалистами; но что доктор Мортон из Бостона впервые успешно применил его после того, как его использование было предложено доктором Уэллом. Хлороформ – это совершенно другое вещество, открытое, как мы полагаем, доктором Симпсоном из Эдинбурга» [10].

#### ПУБЛИЧНАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ УЭЛЛСА

Уэллс писал: «Сделав это открытие, я был настолько воодушевлен, что свободно тратил свои деньги и посвящал всё свое время в течение нескольких недель тому, чтобы представить его тем,

кто был наиболее квалифицирован для расследования и принятия решения по его достоинствам, не прося и не ожидая ничего за свои заслуги, будучи полностью уверенным, что это ценное открытие. Я хотел, чтобы это было таким же свободным, как воздух, которым мы дышим» [10].

Именно с этой целью Уэллс организовал демонстрацию закиси азота в Массачусетским медицинским колледжем Гарвардского университета в Бостоне. Краткое объявление об использовании закиси азота для удаления зубов было опубликовано в бостонской газете Boston Bee в понедельник, 20 января 1845 года (рис. 12): «Дантист из Хартфорда, (Коннектикут), начал использовать газ закись азота при удалении зубов. Утверждается, что после применения этого газа пациент не чувствует боли». Это малоизвестное газетное объявление является самым ранним из известных публичных сообщений об использовании закиси азота для зубных или хирургических процедур. [4, 10, 11].

**93—A dentist in Hartford, (Conn.) has adopted the use of nitrous oxide gas, in teeth pulling. It is said that after taking this gas the patient feels no pain.**

Рис. 12. Объявление в газете Boston Bee от 20 января 1845 года об использовании закиси азота в Хартфорде, штат Коннектикут

В Бостоне Уэллс познакомился с несколькими дантистами и врачами, а также с химиком и аптекарем Теодором Меткалфом (Theodore Metcalf, 1812–1894), к которому он обратился за информацией о приобретении закиси азота. Меткалф рекомендовал Мортону, который в то время был студентом Джексона [27]. Уэллс попросил Мортону также помочь в организации демонстрации закиси азота. Их совместная практика в Бостоне была прекращена в октябре 1844 года, но они оставались в дружеских отношениях. Джозеф и Эстер Уолтон (Joseph and Ester Walton) находились в комнате Мортоня, когда Уэллс и Мортон обсуждали использование закиси азота [14, 21]. Уэллс предложил продемонстрировать свое открытие перед публикой, хотя Мортон отнесся к этому скептически [14]. Тогда Уэллс воскликнул: «Я сделал это и могу сделать снова» [14]. Уэллс намеревался разместить в бостонской газете объявление о наборе добровольцев для демонстрации закиси азота [21]. На следующий день Мортон сообщил Джозефу и Эстер Уолтон о том, что появился только один человек, и операция не была предпринята [21].

В трех номерах бостонской газеты Daily Evening Transcript от 21-23 января 1845 года были опубликованы идентичные рекламные объявления о предлагаемых Уэллсом испытаниях закиси азота. Джозеф Уолтон, услышавший разговор между Уэллсом и Мортоном, подумал, что Уэллс поместил объявление в Daily Evening Transcript [21]. Однако существование этих рекламных объявлений ранее не было документировано. Номера от 21 и 22 января 1845 года также содержали «редакционные»

заметки, которые направляли читателей к рекламным объявлениям Уэллса. Рекламные объявления являются окончательным свидетельством того, когда Уэллс был в Бостоне, но они не дают никаких указаний на продолжительность его пребывания или дату его демонстрации.

На 3-й странице того же номера газеты Daily Evening Transcript было помещено объявление (рис. 13): «НЕОБЫЧНОЕ ОБЪЯВЛЕНИЕ. Джентльмен с Запада, находящийся с визитом в этом городе, хочет представить новую хирургическую систему, особенно в отношении удаления зубов, с помощью которой можно избежать почти или совсем всей боли, обычно вызываемой этой операцией. Доктор предлагает объяснить свою теорию аудитории в каком-либо общественном зале, а затем приступить к проведению операций по удалению зубов тем, кто согласится на это. Для того чтобы быть уверенным в достаточном количестве пациентов, он хочет привлечь несколько респектабельных лиц, которым может потребоваться операция и на присутствие которых он может рассчитывать. Они должны будут рассказать зрителям о сенсации, произведенной операцией.

*Если не наберется достаточно количество желающих, то от этого проекта придется отказаться, так как доктор сможет пробыть в городе лишь короткое время.*

*Желающих выступить с вышеуказанной целью просят оставить свои имена и место жительства у миссис Кертис, 175 Tremont st, напротив Tremont House*» [11].

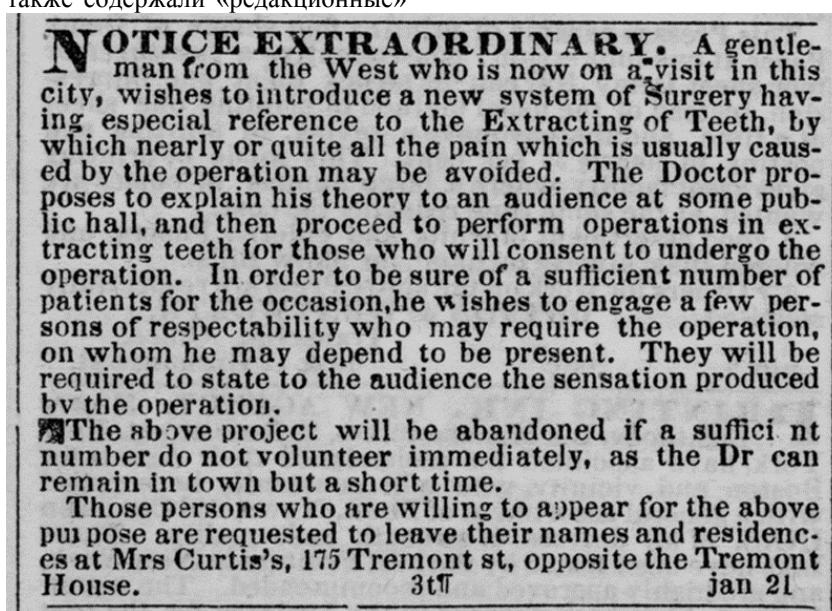


Рис. 13. Объявление Горация Уэллса в газете Daily Evening Transcript, Бостон, 21 января 1845 г. [11]

По словам Уэллса, они ждали 2-3 дня, пока один из пациентов Хартфорда согласится на ампутацию конечности. Когда пациент отказался от операции, Уэллс и Мортон обратились к Уоррену за разрешением выступить перед студентами-медиками. 20 января 1845 года Уэллс прочитал студентам доктора Джона К. Уоррена в конце одной из его (Уоррена) лекций в Массачусетском медицинском колледже Гарвардского университета. Колледж находился на Мейсон-стрит. В двухэтажном здании было несколько лекционных залов, анатомический театр (на втором этаже) с куполом и мансардным окном, два анатомических кабинета, лаборатория, библиотека и анатомический музей [4]. Тема краткой лекции Уэллса «Использование закиси азота для предотвращения боли» [22]. Затем была демонстрация. На ней присутствовали известный профессор хирург Уоррен, химик Джексон и дантист Мортон. Уэллс был и хирургом, и проводил наркоз. Он поднес мешок с газом пациенту (студенту-добровольцу). Последний хорошо вдыхал закись азота и вскоре потерял сознание. Тогда Уэллс взял щипцы и совершенно безболезненно «погрузил их низко в десну». Однако при расшатывании и извлечении зуба пациент стал кричать, двигаться, затем продолжал стонать. В аудитории раздались смех,

*“In the month of January succeeding this discovery, my husband went to Boston, for the purpose of making known his discovery to the public there, and was absent about a fortnight. He said on his return that he had been but partially successful; that his discovery was treated as a humbug, and the people there would lend him no assistance.”*

*Рис. 14. Выдержка из воспоминаний Элизабет Уэллс [4]*

*Несмотря на неудачу демонстрации, Уэллс остался верен идеи наркоза закисью азота [4].*

### ПОСЛЕДСТВИЯ ПУБЛИЧНОЙ ДЕМОНСТРАЦИИ ЭФФЕКТОВ ЗАКИСИ АЗОТА

На следующее утро перед отъездом Уэллс вернулся Мортону зубоврачебные инструменты [24]. На следующий день после неудачного эксперимента Мортон сообщил Меткалфу, что Уэллс «уехал ранним поездом в большом унынии или разочаровании» [26]. Удрученный и расстроенный, Уэллс вернулся в Хартфорд, где продолжал использовать закись азота в своей практике и учил, как ею пользоваться других дантистов.

Вскоре после неудавшейся демонстрации в Бостоне Уэллс заболел. Стress и унижение, которые он испытал после своей неудачи в Бостоне, возможно, ускорили его болезнь. Уэллс писал в 1847 году: «Волнение, вызванное этим провалом, привело к болезни, от которой я не мог оправиться в течение многих месяцев; поэтому я был вынужден полностью отказаться от своей профессиональной деятельности» [25]. Природа болезни Уэллса неизвестна, но она могла быть связана как с физическими (возможно, респираторными), так и психологическими расстройствами. 5 февраля 1845 года Уэллс дал объявление о сдаче своего дома в аренду [26]. Вскоре после этого он прекратил свою зубоврачебную практику, в апреле 1845 года Уэллс

свист, выкрики: «Выскочка, обман!» И, несмотря на то, что после операции пациент говорил об отсутствии болевых ощущений, присутствующие студенты и врачи не поверили в эффективность метода. В провале демонстрации была повинна не закись азота, а техника «наркоза», отсутствие знаний о механизме действия этого анестетика, о возможных осложнениях в клинике такого обезболивания. Уэллс не смог создать достаточной концентрации закиси азота во вдыхаемом воздухе, так как он пользовался мешком Колтона, который давал возможность получить только кратковременное оглушение, но не наркоз. Кроме того, нельзя было одновременно проводить ингаляцию и делать операцию. Ведь закись азота очень быстро после прекращения её подачи выходит из организма, и пациент пробуждается. Супруга Уэллса описала это так: «В январе месяце, последовавшем за этим открытием, мой муж отправился в Бостон с целью ознакомить тамошнюю общественность с его открытием и отсутствовал около двух недель. По возвращении он сказал, что добился лишь частичного успеха; что к его открытию отнеслись как к надувательству, и люди там не оказали ему никакой помощи» (рис. 14) [4].

направил своих пациентов к доктору Риггсу, возобновил практику только в сентябре 1845 года. Есть свидетельства, указывающие на то, что Уэллс снова время от времени практиковал как в Хартфорде, так и в Нью-Йорке вплоть до 1848 года. Фактически, между 1846 и 1848 годами Уэллс обеспечивал анестезию для местных хирургов при ампутациях и удалении опухолей. Кроме того, Уэллс увлекся другими интересами. В 1845 году он организовал в Хартфорде «Панораму природы», или выставку естественной истории. В 1846 году он запатентовал новый тип душевой кабины и снова прекратил практику, чтобы полностью посвятить себя этому проекту. Но это был роковой год для Горация Уэллса; его мир начал рушиться. 16 октября 1846 года бывший ученик и партнер Уэллса Уильям Мортон успешно продемонстрировал ингаляционную анестезию эфиром в Массачусетской больнице общего профиля. Уэллс, наверное, был бы горд и доволен достижением своего ученика, если бы не тот факт, что Мортон претендовал на приоритет открытия наркоза. Что еще хуже, преподаватель Мортон в медицинской школе Чарльз Джексон утверждал, что это действительно была его идея и именно ему следует приписывать открытие наркоза. Большая часть оставшейся короткой жизни Уэллса была посвящена спору о первенстве в открытии наркоза,

или, как называла это его жена, «газовой войне» [4]. После демонстрации Мортоном эфирного наркоза в Бостоне в октябре 1846 года Уэллс добивался общественного и официального признания за открытие анестезии, в основном безуспешно. В конце 1846 года, при поддержке некоторых своих сторонников, Уэллс отправился в Европу, центр медицинских знаний и инноваций того времени. В феврале того же года он представил свою заявку во Французскую

академию наук, Академию медицины и Парижское медицинское общество.

Уэллс вернулся на родину в конце февраля 1847 года. В марте он написал и опубликовал брошюру под названием «История открытия применения газа закиси азота, эфира и других паров для хирургических операций [25]. В ней он изложил свои утверждения, доводы и обоснования

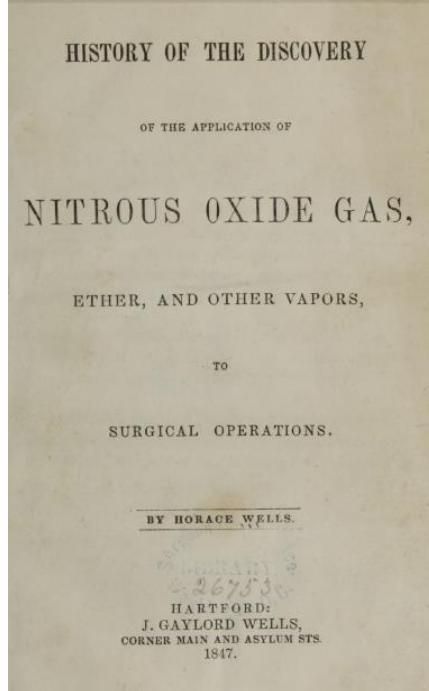


Рис. 15. Титульный лист брошюры Уэллса [25]

(рис. 15). Чтобы подтвердить свой приоритет в открытии наркоза, Уэллс отправил копии для представления в медицинские и научные общества Европы. Его бывший студент Мортон попытался запатентовать «летеоновую (эфирную) анестезию» после успешной демонстрации в Массачусетской больнице общего профиля в 1846 году. Позже Мортон предложил Уэллсу эфирную «франшизу»<sup>1</sup> для Нью-Йорка. Уэллс отклонил это предложение.

В 1847 году законодательное собрание Коннектикута приняло законопроект, в соответствии с которым Уэллс был объявлен первооткрывателем анестезии, а в 1848 году Парижское медицинское общество объявило: «Горацию Уэллсу из Хартфорда, США, принадлежат все почести за то, что он первым открыл и успешно применил использование паров и газов, с помощью которых хирургические операции могут быть выполнены без боли». Эти почести могли бы облегчить глубокую депрессию Уэллса, которая привела к его самоубийству в январе 1848 года. На самом деле новость о заявлении Парижского медицинского общества появилась только после смерти Уэллса. Его открытие было признано как Американской ассоциацией стоматологов (1864), так и Американской медицинской ассоциацией (1870 и 1944). По словам все-

мирно известного врача сэра Уильяма Ослера, открытие Уэллсом анестезии стало «величайшим подарком, когда-либо сделанным страдающему человечеству».

#### САМОУБИЙСТВО ДОКТОРА УЭЛЛСА

Жизнь Уэллса, которая поначалу была так успешна, потерпела крушение. Дантист Мортон, который прежде ассистировал Уэллсу, скрылся вместе с идеей общей анестезии, но при этом вместо «веселящего газа» для «безболезненного сна» использовал эфир. Мортон при каждом удобном случае отрицал, что заимствовал идею у Уэллса. Последний был крайне раздражен этим. Кроме того, Уэллс больше не мог практиковать дантистом.

После неудачной демонстрации доктор Уэллс на время оставил зубоврачебную практику и стал работать коммивояжером, а затем арт-дилером в Париже [10, 28].

Его переезд в декабре 1847 г. был очень неожиданным. Однако именно в это время доктор Уэллс начал сталкиваться с проблемами в личной жизни. После расставания с женой и сыном у Уэллса развилась депрессия, и он начал злоупотреблять хлороформом [10]. Исследования жизни доктора Уэллса показывают, что его несчастья могли быть отчасти связаны с тем, что он страдал большим депрессивным расстройством, характеризующимся

<sup>1</sup> Франшиза – это вид лицензии, который дает ее приобретателю доступ к ноу-хау для продажи товаров или оказания услуг.

длительными периодами резко сниженного настроения. Злоупотребление доктором Уэллсом хлороформом могло усугубить его состояние и вызвать периоды мании, приведшие его к печальным событиям последних дней жизни [10, 29].

Всё началось 24 января 1848 года, когда встревоженный Уэллс выбежал из своего дома и практики на 120-й Чемберс-стрит<sup>2</sup> [30], и облил женщину серной кислотой (купоросом). Уэллс, по-видимому, в то время находился под воздействием хлороформа. Он был арестован и доставлен в местный полицейский участок, где попытался согнать полицейским, назвав свое имя «Джонатан Смит». Затем Уэллса доставили в нью-йоркскую тюрьму «Томбс» в Нижнем Манхэттене. Там он пришел в себя и, осознав совершенное им деяние, попросил полицейского отвезти его к себе домой, чтобы забрать бритвенный набор. Вернувшись в тюрьму, Уэллс лезвием бритвы перерезал артерию на ноге, еще раз вдохнув хлороформ, чтобы уменьшить боль [10].

Доктор Уэллс глубоко сожалел о своем поступке. Перед самоубийством доктор Уэллс писал письма, в которых рассказывал о своей печали и изображал человека, страдающего от глубокой депрессии. Он писал своей жене: «Я чувствую, что быстро становлюсь ненормальным человеком, иначе я бы отказался от этого поступка. Я не могу жить и сохранять рассудок, и поэтому Бог простит мне этот поступок. Больше я ничего не могу сказать». Эти слова изображают человека, находящего-

ся в глубоком отчаянии. Он также писал: «Поскольку я совершил этот единственный поступок в момент бреда, я должен нести всю тяжесть ответственности». Его слова свидетельствуют о том, что злоупотребление хлороформом могло ухудшить его состояние. В другом письме он пишет: «Бог знает, что я не один. О, моя дорогая мать, брат и сестра, что я могу сказать вам? Мои муки позволяют мне только попрощаться с вами. Я умру сегодня ночью, веря, что Бог, знающий все сердца, простит мне этот ужасный поступок. Оставшееся время я проведу в молитве». Из этих слов видно, что доктор Уэллс испытывал угрызения совести. Наконец, в последние часы своей жизни доктор Уэллс пишет: «Мой мозг горит до 12 часов этой ночи, я должен оплатить долг природы. Да, если бы я завтра вышел на свободу, я не смог бы жить и прощать злодеем. Бог знает, что я им не являюсь» [11, 37].

Газета New York Herald ранее была названа первой, публично сообщившей о злоключениях доктора Уэллса и его самоубийстве [28]. Докторам Adams D., Pisklakov S. [31] удалось найти в Публичной библиотеке Нью-Йорка оригинал статьи, опубликованной в газете New York Herald, о событиях последних дней жизни Уэлла (рис. 16). Основателем газеты был Джеймс Гордон Беннет-старший, а первый номер вышел 6 мая 1835 года. Газета выходила в Нью-Йорке с 1835 по 1924 год. New York Herald имела очень большой тираж и широко распространялась, что сделало ее одной из самых прибыльных ежедневных газет в США [32].

## MORNING, JANUARY 25, 1848.

City Intelligence.	Hartford, etc.
Suicide of Dr. Horace Wells.—Quite an excitement was created yesterday morning at the Tomb, in consequence of the golf destruction of Dr. Horace Wells, dentist, No. 120 Chambers street. It appears that Mr. Wells was detected on Friday night last, in the act of throwing vitriol upon the dress of a young woman, in Broadway, near the Astor House, when he was arrested and conveyed to the 3d Ward station house, and the next day conducted to the Police-office; and, after the testimony in his case had been taken before Justice Osborne, he was committed to prison. No suspicion was entertained by the keeper of any intention of self-destruction, as Mr. Wells appeared to be rather cheerful on Sunday, conversing freely, and, while out of his cell, on the corridor, appeared to pay particular attention to the sermon delivered by the Reverend gentleman who preaches every Sunday to the unfortunate and abandoned creatures confined in the Tomb. The principal subject of the discourse related to the ill effects arising from the early and constant association with disreputable females, and seemed to throw Mr. Wells into a deep meditation, and when it was concluded, he returned to his cell, requested the keeper to bring him some letter paper and a candle, which was done. Between six and seven o'clock that evening, the last time that Mr. Wells was seen alive, the keeper locked the cell door, and he was then occupied in writing. On the following morning, (Monday,) Mr. Jackson, one of the deputy keepers, opened the cell door, between 8 and 9 o'clock, and was astonished to find Mr. Wells in a sitting position on his bunk, with his head resting in one corner of the cell, his right leg hanging over the side of the bunk, and the left lying straight on the straw mattress. Between his legs, on the right, lay an empty scabbard, labeled "Pure Chloroform," a razor, and a penknife. The razor was fixed with a slip of wood running from the back of the blade along the handle, made fast with a piece of wire, and some threads drawn from the packing of his mattress. The left leg of this unfortunate man exhibited a most horrid sight, from a desperate gash, evidently inflicted by the razor. This wound was made about the center of the thigh, severing the femoral artery, passing nearly to the bone, and some six inches in length from the effect of which he died of death. On his mouth he had placed a silk handkerchief, bunched up, and another passing on the outside and tied on the top of his head, on which he had placed his hat. This handkerchief was supposed to have contained the chloroform, which he inhaled just before he inflicted the fatal wound. In one corner of the cell laid his gold watch, together with the annexed letters, and a small piece of candle, about three inches in length, which he had evidently extinguished before perpetrating the awful deed.	Hartford, etc. Drs. John & setting forth irreproachable in Dr. H.  The Ba- morning w Bastard, wh jumping on boats, as all on board, & called at the the note too name of Jas was made his friends, he sometim heard of hi day mornin at once acc  The Ba- was called i tion houses or Poland, death by i dence addu deceased ha rate man. person by w invited him going to t at the same being a few red; anothe forth that H quently no The sausas morning, so the door; & be ascertain taken to th character, & about which would make ages. On found dead  The We- of the pleasant afternoon, w dampness or or rain. Fire.—A ing, in the s by the bed-

Рис. 16. Фрагмент страницы из газеты «Нью-Йорк Геральд» от 25 января 1848 года, на котором описывается арест и самоубийство доктора Уэллса [31]

<sup>2</sup> Этот отремонтированный и реконструированный дом по адресу Чемберс-стрит, 120 до сих пор стоит в районе Трибека [30].

Газета New York Herald сообщила: «Вчера утром в "Томбс" поднялся настоящий переполох в связи с самоубийством доктора Горация Уэллса, дантиста, проживающего по адресу: Чемберстрит, дом 120. Как выяснилось, в пятницу вечером господин Уэллс был обнаружен на Бродвее, недалеко от Астор-хауса, за обливанием платья молодой женщины, после чего он был арестован и доставлен в здание вокзала 3-го отделения». В газете также сообщалось о его самоубийстве: «Между шестью и семью часами того вечера, в последний раз, когда мистер Уэллса видели живым, надзиратель запер дверь камеры, и затем он был занят писательством. На следующее утро, в понедельник, мистер Джексон, один из надзирателей, открыл дверь камеры

между 8 и 9 часами и был поражен, обнаружив мистера Уэллса сидящим на своих нарах... Левая нога несчастного представляла собой ужаснейшее зрелище из-за глубокой раны, очевидно нанесенной бритвой» [33].

В возрасте 33 лет в 1848 г. Уэллс покончил жизнь самоубийством в тюрьме, вскрыв себе бедренную артерию (по другим источникам – вены правой руки) – рис. 17.

Самоубийство Уэллса с помощью хлороформа произошло за несколько дней до смерти Ханны Гринер, которая считается первой смертью от хлороформного наркоза [34, 35].



*Рис. 17. Триптих испанского художника Cecilio Plá (1860–1934) «Открытие анестезии» (1906), написанный по инициативе дантиста Luis Subirana Matas (1871–1938). Слева – демонстрация Колтона (на переднем плане Уэллс с супругой); справа – выход расстроенного Уэллса из лекционного зала Гарвардского университета, сопровождаемый насмешками студентов; в центре испуганные тюремщики, обнаружившие тело Уэллса в ванне с перерезанными венами правой руки, на полу опрокинутая бутылка с хлороформом и губка (любезно предоставлено господином Dr. Avelino Franko (Сантьяго, Испания)*

В газете Daily Hartford Courant в среду, 26 января 1848 года, было помещено следующее редакционное сообщение:

#### «КОНЧИНА ГОРАЦИЯ УЭЛЛСА

Смерть этого джентльмена вызвала глубокое и печальное ощущение в

нашем сообществе. Он был честным и достойным уважения человеком и пользовался уважением всех, кто его знал. Он отличался несомненным благочестием, простотой и благородством характера» [11].

27 января 1848 года в газете Hartford Courant, Vol. 12, No. 23, Whole No. 3093, помещено следующее сообщение под заголовком «Умершие» (стр. 3.): «Похороны д-ра Горация Уэллса состоятся в его последнем доме. 117. Main St. сегодня (в четверг) в половине второго часа дня. Похоронен будет на Старом Северном кладбище Ground» [11].

18 мая 1908 года тела доктора и миссис Уэллс были извлечены и перевезены для захоронения в Сидар Хилл (Cedar Hill) [36].

#### ЛОНДОНСКИЕ ДАНТИСТЫ ЧЕСТВУЮТ УЭЛЛСА В 1873 ГОДУ

По завершении кампании по сбору средств в пользу вдовы Горация Уэллса в качестве «выражения английской благодарности за благодеяния, оказанные человечеству трудами Горация Уэллса», на пергаменте был напечатан следующий текст и направлен миссис Уэллс вместе с указанием суммы пожертвования (рис. 18):

На заседании, состоявшемся 25 марта 1873 г. по адресу: 6, Cavendish Place, London, W., было решено, что «денежную сумму, внесенную несколькими представителями врачебной профессии и дантистами, а также другими людьми в Англии, следует передать миссис X. Уэллс в качестве скромного свидетельства заслуг ее покойного мужа Горация Уэллса (Хартфорд, штат Коннектикут, США), которому мир обязан не только тем, что он ввел закись азота в качестве анестетика, но и тем, что он дал толчок изучению анестезии, что привело к появлению эфира, хлороформа и различных других средств для достижения этой цели.

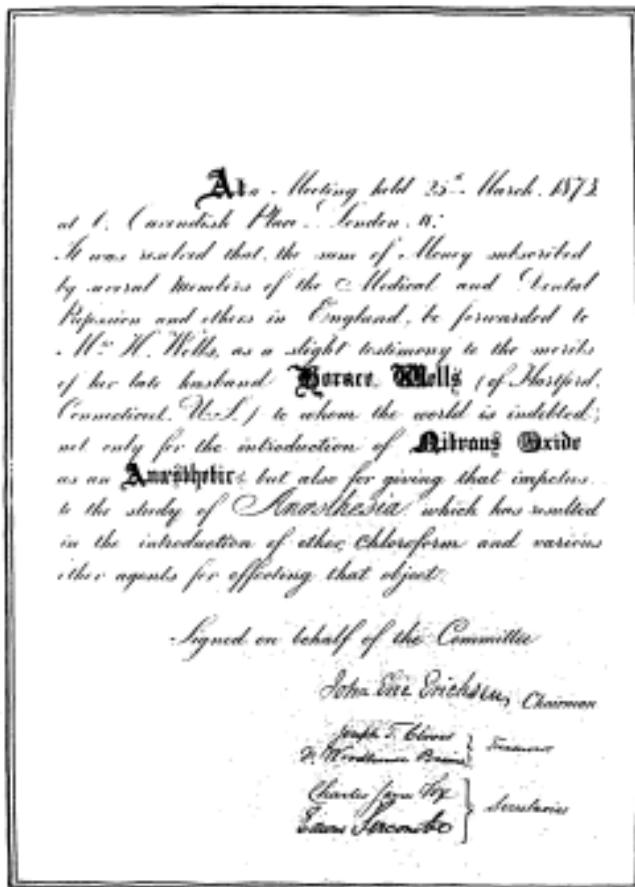


Рис. 18. Копия сертификата, отправленного госпоже Уэллс [37]

Подписано от имени Комитета  
Джон Эрик Эрикссен ... Председатель» [37].

Самый первый памятник Горацию Уэллсу установлен в Бушнелл-парке в 1875 году, был памятник Горацию Уэллсу, величайшему человеку Хартфорда (рис. 19). В 2000 году Фонд Бушнелл-Парка и Хартфордское стоматологическое общество восстановили бронзовую статую. Гранитный и бронзовый мемориал Уэллса на кладбище Сидар-Хилл был восстановлен в 2004 году. Бронзовая мемориальная

доска в память о месте первого применения наркоза, через дорогу от Старого государственного здания, также была отреставрирована в 2004 году в честь 160-летия открытия анестезии (рис. 20). Несколько экспонатов Уэллса, таких как его посмертная маска (рис. 21) и ежедневник, выставлены в Музее медицины и стоматологии Менцера Хартфордского медицинского общества [7].

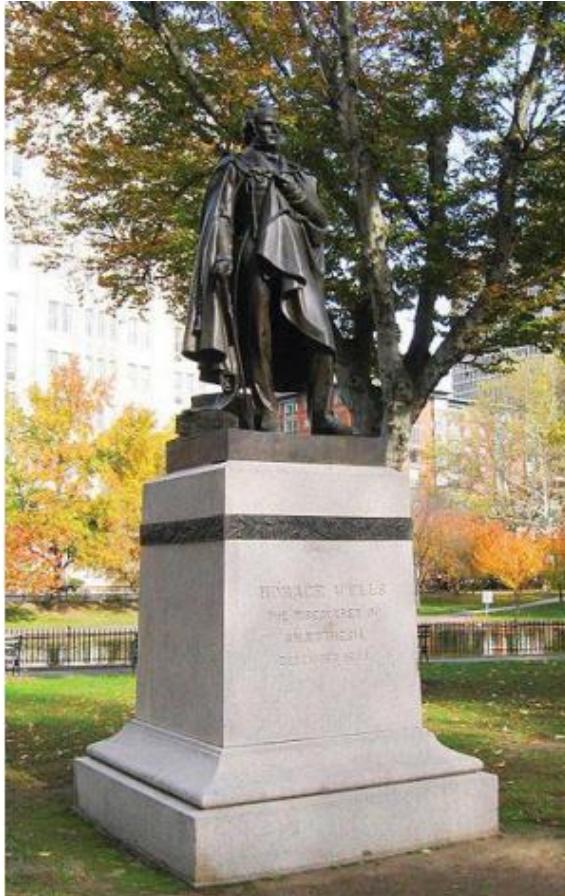


Рис. 19. Памятник Горацию Уэллсу, воздвигнутый жителями Хартфорда и стоматологами Соединенных Штатов. Он расположен на восточной стороне Бушнелл-парка [7]



Рис. 20. Мемориальная доска Горацию Уэллсу, 1864 год, бронза, угол Майн-стрит и Асильюмент-стрит, напротив старого Статусного дома [7]



Рис. 21. Посмертная маска Горация Уэллса

Дата изготовления маски и ее автор неизвестны (рис. 21).

Сегодня закись азота, в отличие от эфира, является востребованным ингаляционным анестетиком (рис. 22).



Рис. 22. Закись азота – ценный компонент в практике любого стоматолога, подходящий как для детских, так и для взрослых пациентов [38]

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Уэллс умер, не зная, что несколькими неделями ранее «Парижское медицинское общество» признало его изобретателем наркоза и сделало почетным членом. Кристофер Старр Брюстер (Christopher Starr Brewster, 1799–1870; доктор медицины), американский дантист, живущий в Париже, написал Уэллсу 12 января 1848 года об этой новости, но никаких записей об этой награде или дипломе не найдено [26]. Ликование Уэллса по поводу своего открытия длилось около 6 недель, а следующие 3 года были наполнены многочисленными неудачами и провалами, которые закончились его безвременной смертью.

(Продолжение следует)

#### Список литературы:

1. Desai S.P., Desai R.M., Battit G.E. A tale of two paintings depictions of the first public demonstration of ether anesthesia. *Anesthesiology*. 2007 May; 106(5): 1046–1050. <https://doi.org/10.1097/01.anes.0000265166.14383.0d>
2. Vandam, L.D. Robert Hinckley's "The First Operation with Ether." *Anesthesiology*. 1980; 52:62–70.
3. Lyman H.M. *Artificial anesthesia and anesthetics*, New York, William Wood and Co., 1881. 338 p.

4. Haridas, R.P. Horace Wells' demonstration of nitrous oxide in Boston. *Anesth.* 2013 Nov; 119(5): 1014–1022. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3182a771ea>
5. Records of The First Church of Christ in Hartford. Through the courtesy of Miss Alice Hildebrand, Secretary. Cited by Archer W.H. (1939).
6. Jacobsohn, P.H. Horace Wells: discoverer of anesthesia. *Anesth. Prog.* 1995; 42(3-4): 73–75. Text: electronic. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2148901/pdf/anesthprog00243-0010.pdf> (accessed: October 24, 2023).
7. Maloney W.J., Maloney M.P. Horace Wells and His Significant Contributions to the Discovery of Anesthesia. *J. Mass. Dent. Soc.* Fall 2009; 58(3): 18–19. [https://www.massdental.org/~media/Mass-Dental/Global/PUBLICATIONS/Journal/2009/F09\\_Journal.ashx?la=en](https://www.massdental.org/~media/Mass-Dental/Global/PUBLICATIONS/Journal/2009/F09_Journal.ashx?la=en) (accessed: October 24, 2023).
8. Personal Communications from Arthur Wells Cole in 1937 & 1938, Nephew of Horace Wells. Cited by Archer W.H. (1939).
9. Ellsworth, P.W., Biographical Sketch on "The Life of Horace Wells, M.D." published in "An Inquiry into the Origin of Modern Anesthesia, by Hon. Truman Smith, Brown and Gross, Hartford, 1867. Cited by Archer W.H. (1939).
10. Archer, W.H. Chronological history of Horace Wells, discoverer of anesthesia. Bull. Hist. Med. Printed by A. R. Plant, Pittsburgh, 1939;7(10): 1140–1169. Text: electronic. URL: [https://www.woodlibrarymuseum.org/wp-content/uploads/rare-books/S\\_ABYZ.pdf](https://www.woodlibrarymuseum.org/wp-content/uploads/rare-books/S_ABYZ.pdf) (accessed: October 24, 2023).
11. Archer, W.H. Life and letters of Horace Wells, discoverer of anesthesia, chronologically arranged. *J. Amer. Dental Soc.* 1944;11(2): 83–210.
12. Carranza, F.A. The Discovery of Anesthesia. The Tragic History of Wells and Morton. Available at: <http://www.dent.ucla.edu/pic/members/carranza/anesthesia.html>. Accessed June 28, 2012.
13. Wells, H. An Essay on Teeth: Comprising a Brief Description of their Formation, Disease and Proper Treatment. Hartford: Case, Tiffany & Co, 1838. 134 p. Text: electronic. URL: <https://archive.org/details/essayonteethcomp00well/mode/2up> (accessed: October 24, 2023).
14. Smith, T. An inquiry into the origin of modern anaesthesia. Hartford: Brown and Gross, 1867. Physical Description: 165 p. [Google Scholar]. [https://www.woodlibrarymuseum.org/wp-content/uploads/rare-books/S\\_ABYT.pdf](https://www.woodlibrarymuseum.org/wp-content/uploads/rare-books/S_ABYT.pdf) (accessed: October 24, 2023).
15. Finder, S.G. Lessons from history: Horace Wells and the moral features of clinical contexts. *Anesthesia Progress.* 1995;42(1): 3–4. Text: electronic. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2148867/?page=1> (accessed: October 24, 2023).
16. Столяренко, П.Ю. Страницы истории местной анестезии. Часть 1: монография. Самара: ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава, ИПК Право, 2021. 196 с. <https://doi.org/10.17513/np.494>
17. Twain, M. Happy memories of the dental chair. In: Hirst R.H., editor. Who is Mark Twain? New York (NY): HarperCollins 2009, p. 77–85.
18. Hoffmann-Axthelm, W. History of dentistry. Berlin and Chicago: Quintessence, 1981. 435 p.
19. Colton, G.Q. Deposition of G.Q. Colton, of the city of New York. In: Smith T., editor. An examination of the question of anaesthesia, arising on the memorial of Charles Thomas Wells, presented to the United States Senate, second session, Thirty-Second Congress, and referred to a select committee, of which the Hon. Isaac P. Walker is chairman. New York (NY). John A. Gray, Printer; 1858. p. 22–23.
20. Riggs J.M. Extract from the deposition of John M. Riggs, dentist of Hartford, Connecticut. In: Smith T., editor. An examination of the question of anaesthesia, arising on the memorial of Charles Thomas Wells, presented to the United States Senate, second session, Thirty-Second Congress, and referred to a select committee, of which the Hon. Isaac P. Walker is chairman. New York (NY). John A. Gray, Printer; 1858. p. 21–22.
21. Toucey, I. Discovery by the Late Dr. Horace Wells, of the Applicability of Nitrous Oxyd [sic] Gas, Sulphuric Ether and Other Vapors, in Surgical Operations, Nearly Two Years before the Patented Discovery of Drs. Charles T. Jackson and W.T.G. Morton. Hartford, Elihu Geer, 1852, pp. 39–40. (Эта брошюра была опубликована анонимно, но считается, что ее автором был Исаак Туси). [Google Scholar].
22. New York Dental Recorder, Page 10, May 1, 1846. Cited by Archer W.H. (1939).
23. Personal communication from Miss F. L. Gerity, Bureau of Vital Statistics of Hartford Board of Health. Cited by Archer W.H. (1939).
24. Morton, W.T.G. Dr. Morton's Memoir to the Academy of Sciences at Paris, Presented by M. Arago, in the Autumn of 1847. *Littell's Living Age*, Number 201, March 18, 1848, pp. 566–571. Reprinted in 1946 with a forward by John F. Fulton: Morton WTG, Fulton JF: A Memoir to the Academy of Sciences at Paris on a New Use of Sulphuric Ether. New York, H. Schuman, 1946. [Google Scholar].
25. Wells, H. A history of the discovery of the application of nitrous oxide gas, ether, and other vapors, to surgical operations. Hartford: J. Gaylord Wells, Corner Main and Asylum sts, 1847, 25 p.
26. Martin R.F., Desai S.P. An examination of Horace Wells' life as a manifestation of major depressive and seasonal affective disorders. *J. Anesth. Hist.* 2016; 2 (1): 22–27.
27. Statements. Supported by Evidence, of Wm. T. G. Morton, M.D. on his claim to the Discovery of the Anaesthetic Properties of Ether, Submitted to the Honorable the Select Committee Appointed by Senate of the United States. 32d Congress, 2d Session, January 21, 1853. Washington, 1853, pp 18–20, 224–225, 376–

- 377, Appendix pp. 111, 113–114, 132. Cited by R.P. Haridas (2013).
28. Bennet E., Butler J.S. Melancholy death of Mr. Horace Wells, claimant to the discovery of anesthesia. *Lancet.* 1848; 51: 217–218.
29. Martin R.F., Desai S.P. An examination of Horace Wells' life as a manifestation of major depressive and seasonal affective disorders. *J. Anesth. Hist.* 2016; 2 (1): 22–27.
30. Aljohani S., Bustillo M., Pisklakov S. Horace Wells and His House on 120 Chambers St in New York City. *J. Anesth. Hist.* 2016 Jan; 2(1):28–29. <https://doi.org/10.1016/j.janh.2015.09.006>. Epub. Nov. 2015. 10. PMID: 26898143.
31. Adams D., Pisklakov S. The New York Herald's Very First Report on Dr. Horace Well's Arrest and Suicide—An Original Article Found in New York City Public Library. *J. Anesth. Hist.* July 2019; 5(3): 109–112. <https://doi.org/10.1016/j.janh.2018.08.008>
32. Crouthamel J.L., Jackson A. James Gordon Bennett, the "New York Herald", and the development of newspaper sensationalism. *N.Y. Hist.* 1973; 54 (3) : 294–316.
33. Suicide of Dr. Horace Wells, New York Herald (1848), p. 1 (January 25<sup>th</sup>).
34. Knight P.R. 3rd, Bacon D.R. An unexplained death: Hannah Greener and chloroform. *Anesthesiology.* May 2002; 96(5):1250–1253. <https://doi.org/10.1097/00000542-200205000-00030>. PMID: 11981167.
35. Фрунзе, хлороформ и белые свечи. 20 декабря 2020. Текст: электронный. URL: <https://dzen.ru/media/allscience/frunze-hloroform-i-belye-svechi-5fd4f2d50b82510af571d6d1> (accessed: October 24, 2023).
36. Personal communication from Alexander C. Anderson, Chief Inspector of the Police Dept., City of New York. Cited by Archer W.H. (1944).
37. Wildsmith J.A.W., Menczer L.F. A British footnote to the life of Horace Wells. *Br. J. Anaesth.* 1987; 59 (9): 1067–1069. <https://doi.org/10.1093/bja/59.9.1067>
38. Wilde, J.A. Enhance your career with nitrous oxide. Nov. 28, 2022. Text: electronic. URL: <https://www.dentaleconomics.com/practice/article/14284061/enhance-your-career-with-nitrous-oxide> (accessed: October 24, 2023).

# PEDAGOGICAL SCIENCES

## THE USE OF ELECTRONIC RESOURCES FOR INDEPENDENT WORK OF STUDENTS IN THE STUDY OF CHEMISTRY

**Shertayeva N.,**

*Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, South Kazakhstan State Pedagogical University  
(Shymkent, Kazakhstan)*

**Amirbekova E.,**

*PhD doctoral student, South Kazakhstan State Pedagogical University (Shymkent, Kazakhstan)*

**Anlamasova S.,**

*Master's student, South Kazakhstan State Pedagogical University (Shymkent, Kazakhstan)*

**Aymetova S.**

*Master's student, South Kazakhstan State Pedagogical University (Shymkent, Kazakhstan)*

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ

**Шертаева Н.**

*кандидат химических наук, доцент,*

*Южно-Казахстанский государственный педагогический университет, Казахстан, г. Шымкент*

**Амирбекова Э.**

*PhD докторант, Южно-Казахстанский государственный педагогический университет, Казахстан, г. Шымкент*

**Анламасова С.**

*магистрант,*

*Южно-Казахстанский государственный педагогический университет Казахстан, г. Шымкент*

**Айметова С.**

*магистрант, Южно-Казахстанский государственный педагогический университет,*

*Казахстан, г. Шымкент*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054579>

### **Abstract**

This article discusses the main advantages of using electronic resources in the study of chemistry, such as accessibility, ease of use and the possibility of individualization of training. The features of various types of electronic resources are described and the possibilities of their use for the formation of independent work of students are considered. The authors discuss the role of teachers in the use of electronic resources, as well as provide practical recommendations for their use in conducting chemistry classes. The results of the study show that the effectiveness of the use of electronic resources depends on the correct choice of their type, as well as on the competence of the teacher in the use of electronic resources in the learning process. In addition, it was revealed that the use of electronic resources significantly increases the motivation of students and contributes to the development of their independence and creative thinking.

In general, the study shows that the use of electronic resources can be an effective way to form independent work of students in the study of chemistry, however, in order to achieve maximum results, it is necessary to take into account the characteristics of a particular educational institution, the characteristics of the audience and the specifics of the discipline being taught.

In addition, the article discusses the limitations of the use of electronic resources in the study of chemistry, such as limited access to high-quality resources, possible problems with the availability of technical means and time constraints that may affect the effectiveness of training. The paper also offers recommendations for improving the efficiency of using electronic resources, including recommendations on choosing the optimal time for using resources and recommendations for creating special courses on the use of electronic resources for students.

Thus, the article is a valuable contribution to the field of chemistry education and can be used by teachers and students as a guide to the use of electronic resources for the formation of independent work of students.

### **Аннотация**

В данной статье рассматриваются основные преимущества использования электронных ресурсов при изучении химии, такие как доступность, простота использования, возможность индивидуализации обучения. Описаны свойства различных видов электронных ресурсов и рассмотрены возможности их использования для формирования самостоятельной работы студентов. Авторы обсуждают роль учителей в использовании электронных ресурсов и дают практические рекомендации по их использованию при проведении уроков химии. Результаты исследования показывают, что эффективность использования электронных ресурсов зависит от правильного выбора их вида, а также от компетентности преподавателя в использовании

электронных ресурсов в учебном процессе. Кроме того, было установлено, что использование электронных ресурсов значительно повышает мотивацию учащихся и способствует развитию их самостоятельности и творческого мышления. В целом исследование показывает, что использование электронных ресурсов может быть эффективным способом формирования самостоятельной работы студентов при изучении химии, однако для достижения максимальных результатов необходимо учитывать особенности конкретного учебного заведения, особенности аудитории и специфика преподаваемой дисциплины. Кроме того, в статье обсуждаются ограничения использования электронных ресурсов при изучении химии, такие как ограниченный доступ к качественным ресурсам, возможные проблемы с доступностью технического оборудования и временные ограничения, которые могут повлиять на результаты обучения. В документе также предлагаются рекомендации по повышению эффективности использования электронных ресурсов, включая рекомендации по выбору оптимального времени для использования ресурсов и рекомендации по созданию специальных курсов по использованию электронных ресурсов для студентов. Таким образом, статья является ценным вкладом в область химического образования и может служить преподавателям и студентам руководством по использованию электронных ресурсов для создания самостоятельной работы студентов.

**Keywords:** electronic resources, website, interactive textbooks, multimedia, chemistry, independent work, learning effectiveness

**Ключевые слова:** электронные ресурсы, веб-сайт, интерактивные учебники, мультимедиа, химия, самообучение, результаты обучения.

## Введение

В настоящее время использование электронных ресурсов в обучении стало неотъемлемой частью современной педагогической практики. Они облегчают доступ к информации, позволяют студентам приобретать знания в подходящем формате и развивать навыки самостоятельной работы. Преподавание химии, одной из самых сложных наук, не является исключением.

Мы рассмотрели преимущества использования электронных ресурсов в преподавании химии, роль преподавателя в этом процессе и возможности, которые предоставляют электронные ресурсы для формирования самостоятельной работы учащихся.

Одним из главных преимуществ использования электронных ресурсов при преподавании химии является возможность получить мгновенный доступ к большому объему информации, включая научные статьи, учебные пособия, видеоролики и интерактивные задания. Это позволяет студентам приобретать знания в более доступном и удобном формате, что, в свою очередь, способствует развитию навыков самостоятельной работы и повышению их образовательного потенциала. Учителя играют важную роль в использовании электронных ресурсов при преподавании химии. Они могут помочь студентам выбрать наилучшие ресурсы для изучения химии, создавать курсы и задания с использованием электронных ресурсов, а также обеспечить правильное понимание материала и его успешное применение на практике. Кроме того, учителя могут использовать электронные ресурсы для создания более интерактивных и увлекательных уроков, что может повысить мотивацию учащихся и сделать процесс обучения более эффективным.

Мы рассмотрели конкретные примеры использования электронных ресурсов для создания самостоятельной работы студентов при изучении химии. Это может включать использование веб-сайтов с интерактивными учебниками, онлайн-

курсами, мобильными приложениями, мультимедийными учебными материалами и другими электронными ресурсами.

В целом, использование электронных ресурсов для формирования самостоятельной работы студентов при изучении химии имеет ряд преимуществ и может стать эффективным инструментом повышения качества образования и формирования квалифицированных специалистов в области химии.

## Методы исследования

В данной работе был использован аналитический метод, основанный на обзоре научной литературы и анализе эмпирических исследований, связанных с использованием электронных ресурсов в преподавании химии. Для проведения обзора научной литературы были использованы научные базы данных, такие как Scopus, Web of Science и Google Scholar, для поиска соответствующих статей и публикаций.

Для анализа эмпирических исследований были использованы методы систематического обзора и мета-анализа. Методы интерпретации и анализа результатов исследований, проведенных другими исследователями, также были использованы для выявления тенденций в использовании электронных ресурсов при преподавании химии, а также для выявления наиболее эффективных подходов к использованию электронных ресурсов в образовании.

Для проведения исследования была разработана методология, которая включала следующие этапы:

1. Определение целевой аудитории: студенты-химики, изучающие различные области химии на уровне высшего образования.

2. Сбор информации о доступных электронных ресурсах: были опрошены электронные библиотеки, научные журналы, интернет-ресурсы и базы данных, связанные с химией.

3. Составление списка рекомендуемых ресурсов: на основе полученной информации был составлен список рекомендуемых ресурсов с учетом их

научной значимости, доступности, качества и применимости.

4. Разработка заданий для самостоятельной работы: на основе изученных разделов химии и рекомендуемых ресурсов были разработаны задания, направленные на развитие у студентов навыков самостоятельной работы и поиска необходимой информации в электронных источниках.

5. Руководство практическим обучением: студенты выполняли задания в электронном виде на занятиях под руководством преподавателя.

6. Оценка результатов: после выполнения заданий учащимся были заданы вопросы для самооценки их знаний и умений, а также проведено тестирование на знание изученных разделов химии.

### **Литературный обзор**

Использование различных методов исследования позволило получить всестороннее представление о проблемах и преимуществах использования электронных ресурсов в преподавании химии и определить направления будущих исследований.

Для углубленного анализа эффективности использования электронных ресурсов в преподавании химии были проанализированы не только научные публикации, но и результаты опросов и исследований, проведенных в различных учебных заведениях [1].

В своих работах [2, 3] А.В. Андреев, А.А. Жуков рассмотрели как положительные, так и отрицательные аспекты использования электронных ресурсов в преподавании химии, такие как доступность материалов, простота использования, возможность индивидуальной адаптации и персонализации обучения, а также разрушительный эффект и ограниченное взаимодействие между учащимися и студентками. учителя.

И.В. Матвеев проанализировал различные типы электронных ресурсов, используемых при преподавании химии, включая электронные учебники, видеоуроки, интерактивные программы и приложения. Были определены наиболее эффективные и популярные виды электронных ресурсов, а также даны рекомендации по их использованию в образовательном процессе [4].

Кроме того, в работе проанализированы факторы, влияющие на эффективность использования электронных ресурсов при преподавании химии. Особое внимание было уделено таким факторам, как техническая поддержка, квалификация преподавателей, мотивация студентов, доступность электронных ресурсов и качество образования.

В работе М.В. Однцова [5] показано использование различных методов исследования, которые позволили более полно и всесторонне рассмотреть проблему использования электронных ресурсов в преподавании химии и выявить наиболее эффективные подходы к их использованию. Полученные результаты могут быть использованы как для разработки новых электронных ресурсов, так и для повышения качества преподавания химии в целом.

Одним из важнейших факторов, влияющих на эффективность использования электронных ресурс-

сов в преподавании химии, является их доступность и простота использования. В современном мире электронные ресурсы являются неотъемлемой частью нашей жизни, и образовательный процесс не должен быть исключением. Студенты, имеющие доступ к современным технологиям и электронным ресурсам, могут извлечь пользу из своего образования и добиться лучших результатов.

Однако для того, чтобы электронные ресурсы были эффективными, необходимо принимать во внимание другие факторы, такие как уровень квалификации преподавателей и мотивация учащихся. Учителя должны быть готовы использовать электронные ресурсы в обучении и обладать достаточным уровнем компьютерной грамотности. С другой стороны, учащиеся должны быть мотивированы к изучению химии и использованию электронных ресурсов, в противном случае эффект от их использования может быть незначительным.

Вам также следует учитывать ограничения, связанные с использованием электронных ресурсов при преподавании химии. Например, отвлекающий эффект социальных сетей и других источников развлечений может привести к снижению эффективности обучения. Кроме того, у некоторых студентов могут возникнуть трудности с использованием электронных ресурсов из-за технических проблем или отсутствия навыков работы с компьютером.

Однако в целом можно сделать вывод, что использование электронных ресурсов при преподавании химии может быть эффективным и полезным при условии правильного подхода и учета всех факторов, влияющих на качество образования. Правильный подбор электронных ресурсов, их интеграция в образовательный процесс, а также компетентность и мотивация преподавателей и студентов могут повысить эффективность обучения и улучшить качество знаний по химии.

Кроме того, использование электронных ресурсов может обеспечить большую гибкость и возможность индивидуализации обучения. Студенты могут использовать электронные ресурсы для изучения материала в своем собственном темпе, в любом месте и в любом темпе. Они могут выбирать материалы и методы обучения, соответствующие их уровню знаний и интересам.

Электронные ресурсы также могут предоставлять возможности для интерактивного обучения, например, с помощью онлайн-тестов, симуляторов и виртуальных лабораторий. Это позволяет студентам получать обратную связь и повышать свой уровень знаний и понимания материала.

Наконец, использование электронных ресурсов может способствовать развитию информационной грамотности учащихся, которая является важным навыком в современном информационном обществе. Они могут научиться отбирать, анализировать и оценивать различные источники информации, а также развить навыки работы с компьютерными программами и технологиями.

Самостоятельную работу студентов можно улучшить с помощью электронных платформ обмена информацией, таких как Google Документы и

Dropbox, которые позволяют студентам совместно работать над проектами и заданиями, даже если они находятся в разных местах. Кроме того, электронные платформы могут облегчить процесс подачи и рассмотрения заданий и проектов.

Одним из наиболее эффективных методов использования электронных ресурсов для самообучения является онлайн-образование. Онлайн-курсы и вебинары могут предоставить студентам доступ к профессионально подготовленным учебным материалам и экспертам по предмету. Они также могут предоставить студентам возможность задавать вопросы и получать отзывы от инструкторов и других участников курса.

Еще одной важной возможностью использования электронных ресурсов для самостоятельной работы является возможность проведения виртуальных экспериментов [7]. Используя специальное программное обеспечение, студенты могут моделировать различные химические реакции, изучать их механизмы и прогнозировать результаты экспериментов. Такой подход позволяет студентам получить более глубокое понимание процессов, происходящих во время химических реакций, а также дает им возможность сэкономить время и ресурсы для проведения реальных экспериментов в лаборатории [8].

Кроме того, электронные ресурсы могут помочь студентам справиться с трудностями в процессе изучения химии. Например, онлайн-ресурсы

могут включать интерактивные учебные пособия и викторины, чтобы помочь учащимся проверить свои знания и понимание материала. Для общения со студентами из разных стран и культур также могут быть доступны форумы и дискуссионные залы, где они могут обсуждать свои вопросы и проблемы и обмениваться опытом [9].

Таким образом, использование электронных ресурсов может повысить качество преподавания химии, поскольку онлайн-ресурсы и программы могут обновляться и дополняться в соответствии с последними научными исследованиями и результатами.

### Анализ и результаты

Для анализа эффективности использования электронных ресурсов для создания самостоятельной работы при изучении химии было проведено исследование среди студентов естественнонаучного факультета кафедры "Химия" Южно-Казахстанского государственного педагогического университета. В исследовании приняли участие 100 студентов 2-го курса, из которых 50 студентов (ЭГ - экспериментальная группа) использовали электронные ресурсы для изучения химии, а 50 студентов (КГ - контрольная группа) изучали химию только по учебникам и лекциям.

Результаты исследования показали, что использование электронных ресурсов действительно способствует формированию у студентов навыков самостоятельной работы (табл. 1).

Таблица 1

#### Формирование навыков самостоятельной работы

№	Параметры	Навыки %	
		ЭГ%	КГ%
1	Степень самостоятельности при решении учебной задачи	84%	72%
2	Умение самостоятельно на основе поисково-исследовательской деятельности находить способы решения поставленной учебной задачи	92%	84%
3	Уровень самостоятельности при определении алгоритма решения поставленной задачи	80%	68%
4	Умение в самостоятельной деятельности обращаться к информационным источникам, которые необходимые для решения поставленной учебной задачи	84%	76%
5	Вариативность в самостоятельном выборе способов решения учебной задачи	88%	72%

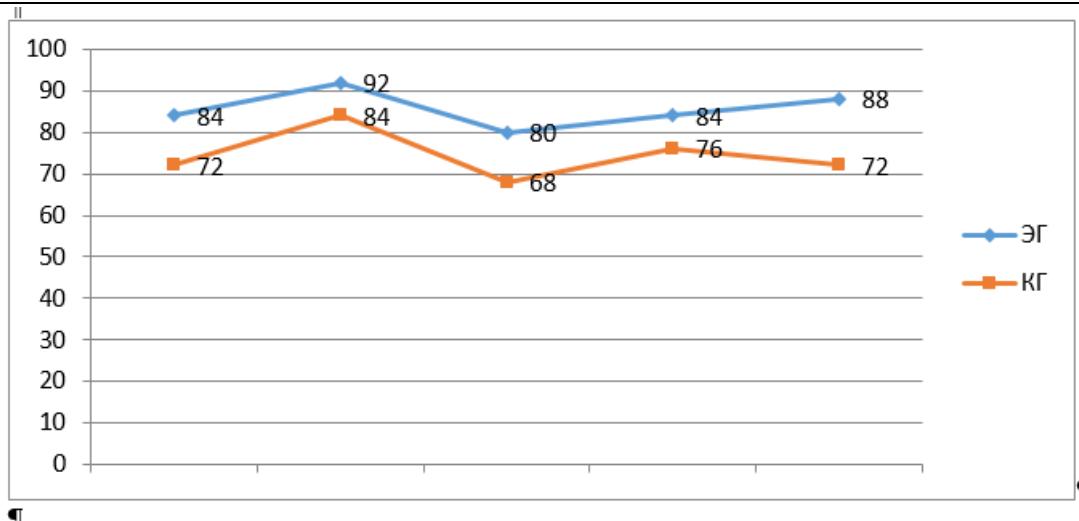


Рисунок 1. Сравнительные данные по формированию навыков самостоятельной деятельности

Также обучающиеся, использующие электронные ресурсы, продемонстрировали более высокий уровень понимания материала, что также было подтверждено результатами тестирования знаний по изучаемым разделам химии (табл. 2).

Таблица 2

#### Результаты тестирования

Уровень сформированности	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	Количество студентов	%	Количество студентов	%
Высокий	30	6%	100	20%
Средний	250	50%	280	56%
Низкий	220	44%	120	24%

Как видно из таблицы 2, высокий балл студентов, пользующихся электронными ресурсами, составил 20%, в то время как высокий балл студентов, которые не пользовались электронными ресурсами, составил 6%.

Студентов контрольной группы, показавших низкие баллы, было 44%, а студентов экспериментальной группы, показавших низкие баллы сравнительно в 2 раза меньше. Результаты теста показаны на рисунке 2.

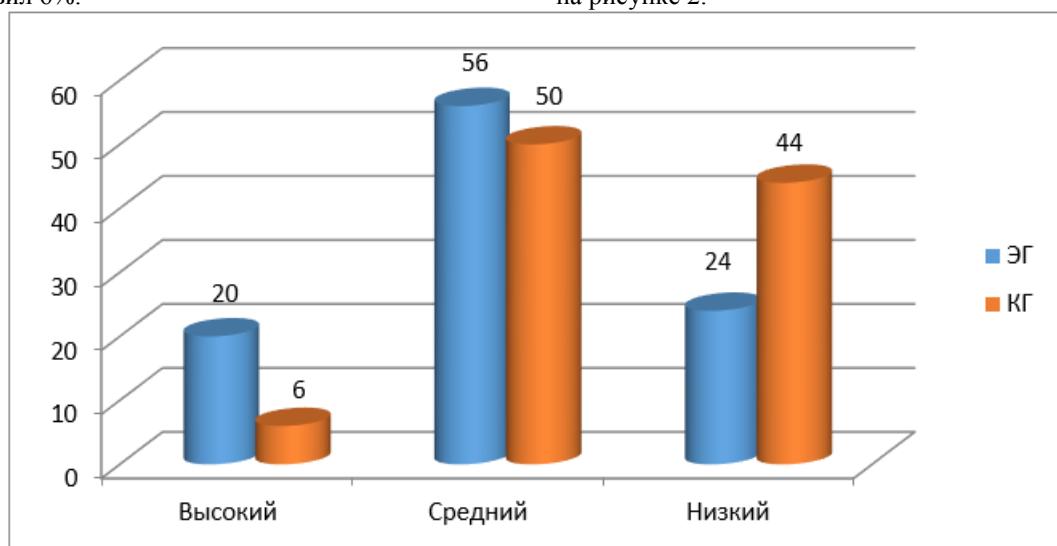
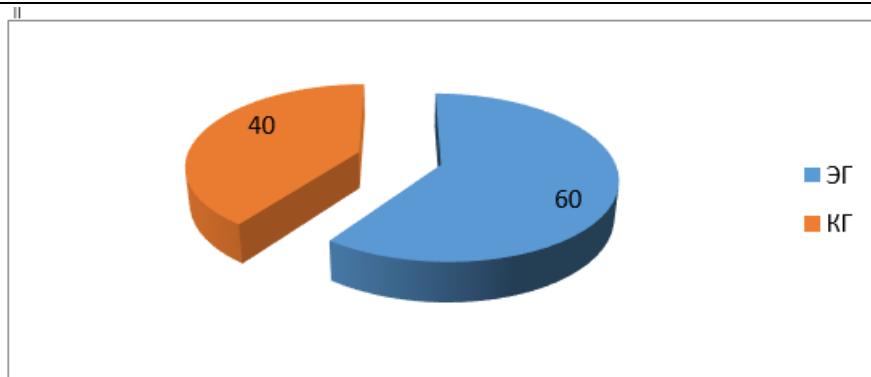


Рисунок 2. Результаты тестирования на знания различных разделов химии

Кроме того, использование электронных ресурсов позволило учащимся ускорить процесс обучения. Так, среди студентов, использующих электронные ресурсы, 60% сообщили, что они могли бы усвоить материал быстрее, чем по традиционной

учебной программе, в то время как только 30% студентов, не использующих электронные ресурсы, сообщили о такой возможности. Данные об ускорении темпов изучения химии в разных группах (ЭГ и КГ) приведены на рисунке 3.



*Рисунок 3. Изменения темпов изучения химии при использовании электронных ресурсов и в рамках традиционного обучения*

Таким образом, 90% студентов, использующих электронные ресурсы, смогли самостоятельно решать задачи, связанные с применением полученных знаний, в то время как только 70% студентов, изу-

чающих химию без использования электронных ресурсов, смогли справиться с такими задачами. На рисунке 4 показаны данные по самостоятельному решению задач.



*Рисунок 4. Результаты решения задач при использовании и без использования электронных ресурсов*

Наконец, использование электронных ресурсов также позволило сэкономить ресурсы университета, поскольку уменьшилась потребность в проведении реальных экспериментов в лаборатории. Кроме того, виртуальные эксперименты доступны на электронных ресурсах.

Результатом исследования стал вывод о том, что использование электронных ресурсов при изучении химии способствует повышению активности учащихся в процессе обучения, их мотивации и интереса к предмету, а также способности к самостоятельной работе. Однако для эффективного использования электронных ресурсов необходимо учитывать не только их преимущества, но и недостатки, а

также обеспечить обучение и поддержку учителей, чтобы они могли наилучшим образом использовать электронные ресурсы для образования.

С целью выявления сформированности самостоятельности были проанализированы письменные (реферативные) работы студентов по каждой теме. По полноте и характеру изложения материала и ответов на вопросы, использованию дополнительных источников информации можно оценить правильность применения химических концепций, полноту, последовательность химических знаний, эрудицию и широту кругозора учащихся.

Таблица 3

**Изучение некоторых самообразовательных умений, входящих в структуру опыта самостоятельной деятельности**

Самообразовательные умения <sup>а</sup>	Число студентов, достигших среднего и высокого уровня <sup>а</sup>	
	Тема «Решение типовых задач по химии» <sup>а</sup>	Тема «Качественный и количественный анализ» <sup>а</sup>
Умение идентифицировать проблему определенной областью знаний <sup>а</sup>	25 <sup>а</sup>	20 <sup>а</sup>
Умение планировать деятельность <sup>а</sup>	10 <sup>а</sup>	15 <sup>а</sup>
Умение осуществлять поиск информации <sup>а</sup>	28 <sup>а</sup>	26 <sup>а</sup>
Умение обобщить систематизировать отобранные информацию <sup>а</sup>	12 <sup>а</sup>	15 <sup>а</sup>
Умение решать задачу с привлечением отобранных информации <sup>а</sup>	15 <sup>а</sup>	10 <sup>а</sup>
Коэффициент полноты выполнения операций <sup>а</sup>	0,59 <sup>а</sup>	0,73 <sup>а</sup>

Для точного анализа полученных результатов был использован математико-статистический метод - t-коэффициент Стьюдента для двух независимых выборок.

Для анализа результатов эксперимента были использованы следующие формулы:

Среднее значение показателя

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Вероятность (P) означает степень вероятности данного события, явления, результата. Вероятность невозможного события равна нулю, достоверного единице (100%).

Вероятность любого события находится в диапазоне:

$$0 \leq P \leq 1 (100\%)$$

Мы определяем коэффициент Стьюдента-t.

Таким образом, различия можно считать значимыми и статистически значимыми, поскольку  $t_{temp} = 2,155 > t_{cr} = 2,10$  при  $\alpha = 0,05$ .

Из этого следует, что использование разработанной системы упражнений по химии в процессе организации самостоятельной работы студентов улучшило результаты обучения и повысило самостоятельную активность на уроках химии.

### Заключение

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что использование электронных ресурсов для создания самостоятельной работы при изучении химии является эффективным и актуальным подходом. Это позволяет студентам более эффективно усваивать материал, развивать самостоятельную работу и использовать современные технологии (жизненно важные лаборатории, медиа-ресурсы).

Однако следует отметить, что использование электронных ресурсов не должно заменять традиционные методы обучения, такие как лекции, практические занятия и лабораторные работы. Они по-прежнему являются важными элементами учебного

процесса и позволяют учащимся лучше понимать предмет.

Кроме того, использование электронных ресурсов может способствовать формированию навыков работы с информацией и развитию критического мышления. Студенты могут изучать различные источники информации, анализировать их, выявлять причинно-следственные связи и делать выводы. Электронные ресурсы также позволяют студентам изучать актуальную и интересную информацию, связанную с научными открытиями, новыми технологиями и применением химии в жизни.

### Список литературы:

1. Shertayeva, N.T., Shagrayeva, B.B., Bitursyn, S.S., Baimakhanova, G.M., Kybrayeva, N.S. Application of on line tools in design and conduct of chemistry lessons// Вестник Торайгыров университета, ISSN 2710-2661 Серия Педагогическая № 1. 2023. - С.79-92, <https://doi.org/10.48081/qdil8210>

2. Андреев, А.В. Использование электронных учебных ресурсов в образовании // Вестник Российской университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. – 2017. – Т. 14. – №. 3. – С. 275-282.

3. Жуков, А.А. Электронные учебники в контексте обновления содержания образования // Информационные технологии и образование. – 2015. – №. 2 (24). – С. 86-91.

4. Матвеева, И.В. Использование электронных учебников в обучении химии // Образование и наука в современных условиях. – 2016. – Т. 8. – №. 1. – С. 40-47.

5. Одинцов, М.В. Использование электронных образовательных ресурсов в учебном процессе // Наука и образование. – 2018. – №. 3. – С. 99-103.

6. Потапова, А.А. Использование электронных образовательных ресурсов в обучении химии // Химическое и биологическое образование. – 2017. – Т. 25. – №. 1. – С. 56-64.

- 
7. Korkut, E.H., Surer, E. Visualization in virtual reality: a systematic review. *Virtual Reality*.-2023. - <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00753-8>
8. Edwards, B.I., Bielawski, K.S., Prada, R. et al. Haptic virtual reality and immersive learning for enhanced organic chemistry instruction. *Virtual Reality*, - 2019 Vol. 23, pp. 363–373,  
<https://doi.org/10.1007/s10055-018-0345-4>
9. Nsabayezu, E., Iyamuremye, A., Urengejeho, V., et al. Computer-based learning to enhance chemistry instruction in the inclusive classroom: Teachers' and students' perceptions. *Educ Inf Technol.*, 2022. - Vol.27, pp. 11267–11284.  
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11082-9>

# PHARMACEUTICALS

## EXTRACTION PROCESS AND ACUTE TOXICITY OF A SUBSTANCE BASED ON BIOLOGICALLY ACTIVE POLYSACCHARIDES FROM THE ROOT OF *CAPPARIS SPINOSA*

**Botirov R.,**

*PhD, Institute chemistry of plant substances Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

**Saidova G.,**

*Basic doctoral student researcher of the Experimental and Technological Laboratory of the ICPS AS.UZ*

**Azamatov A.,**

*PhD, Institute chemistry of plant substances Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

**Akhmadjonov K.,**

*Institute of Chemistry of Plant Substances, Uzbekistan*

**Khalilov R.**

*doctor of technical Sciences,*

*Institute of Chemistry of Plant Substances, Uzbekistan*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054623>

### **Abstract**

The article discusses the main factors in the process of extracting a substance based on water-soluble biologically active polysaccharides from the root of the *Capparis spinosa* plant - the degree of grinding of the raw material, the effect of the extractant, the influence of factors such as the influence of temperature and time on the extraction process, as well as the water-soluble substance from the root of the *Capparis spinosa* plant and the acute toxicity of total polysaccharides were studied in laboratory animals.

**Keywords:** *Capparis spinosa* - capers, raw materials, extraction, solvent, concentration, temperature, polysaccharides, technology, acute toxicity.

### **Introduction.**

*Capparis spinosa* are a perennial medicinal plant that grows wild in our country. Distributed throughout Central Asia, including all rocky, low-mountain, desert and hilly regions of Uzbekistan. A number of scientific studies have been conducted to study the pharmacotoxicological and biological properties of *Capparis spinosa* [1-9]. The above-ground part of this plant can be harvested in large quantities per year without harming its natural reserves. *Capparis spinosa* contain 0.12-0.15% ascorbic acid, 0.32-0.44% flavonoids, 23-29% nitrogenous compounds, 3.5-4.2% fatty substances, 1.2% pectins and glycosides, coumarins , carbohydrates. Scientists at the Institute of Plant Chemistry conducted research on lipids and carbohydrates [11-14] contained in the root [10], seeds and leaves of *Capparis spinosa*.

*Capparis spinosa* are widely used in folk medicine to treat various diseases. Abu Ali ibn Sina used *Capparis spinosa* as an anesthetic, in the treatment of wounds and injuries, asthma, and gastrointestinal diseases. A decoction of the root is used to treat hepatitis, smoke from the rhizomes is used to treat syphilis, and a tincture of the fruit is used to treat hemorrhoids, dental diseases and to strengthen the gums [15,16]. The hepatoprotective drug Liv 52, produced in India, contains caper extract [17]. According to information from the literature, caper root has not been sufficiently studied chemically. Therefore, research is being carried out widely to determine the amount of carbohydrates in caper root.

### **Purpose of the study.**

Study of factors influencing the extraction process when developing technology for extracting biologically active substances from plant materials. The XI State Pharmacopoeia describes the development of a technology for extracting the amount of water-soluble polysaccharides from caper root, as well as determining the amount of water-soluble polysaccharides in plant materials and the quantitative proportion of polysaccharides, studying the acute toxicity of the amount of polysaccharides carried out in the department of pharmacology and toxicology of our institute.

**Materials and methods.** After determining the total amount of water-soluble polysaccharides in plant raw materials, studies were carried out on their highly productive extraction from raw materials. To this end , continuing our research, we conducted research to study the effectiveness of factors affecting the extraction process, namely: the degree of grinding of raw materials, the type and concentration of solvent, temperature and duration of extraction and determining the frequency of extraction of raw materials. During the experiments, the total yield of polysaccharides was determined by analytical analysis. Therefore, an analytical sample of 10 g (exact weight) of the raw material, consisting of caper root, was taken, placed in a ground-bottom round flask with a capacity of 250 ml, 200 ml of water was poured into the flask, a reflux refrigerator was connected to the flask and boiled on an electric stove for 30 minutes with stirring. The extraction was repeated two more times: 1st time with 200 ml, 2nd time with 100 ml of water. The aqueous extracts were combined and centrifuged at

5000 rpm for 10 min. Then we took a flask with a capacity of 500 ml, placed a glass funnel with a diameter of 55 mm on the neck, inserted a 5-layer gauze cloth moistened with water onto the funnel, and filtered the extracts from the centrifuge through the gauze. The filter was washed with water and filled with water until the volume of the solution reached the scale mark (Solution A).

We took 25 ml of solution A and placed it in a centrifuge cup, 75 ml of 95% ethyl alcohol was added to the cup, mixed thoroughly, placed in a water bath, heated for 5 minutes at a temperature of 30 °C and left for 1 hour. After the specified period, it was placed in a centrifuge and rotated for 30 minutes at a speed of 5000 rpm. The liquid part in the glass was separated and dried to a constant weight at a temperature of 100-105 °C, and the residue was filtered through a glass filter with a diameter of 40 mm and a 16-hole hole size under vacuum at a pressure of 13-16 kPa. The precipitate was filtered repeatedly and washed first in 15 ml of an aqueous mixture of 95% ethyl alcohol (3:1), then in 10 ml of acetone and 10 ml of ethyl acetate. The precipitate that fell on the filter was first dried in the open air, then at a temperature of 100-105 °C until a constant mass was formed.

The amount of polysaccharides in plant raw materials ( $X$ ) was calculated using the following formula, taking into account the content of absolutely dry raw materials:

$$X = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 500 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot 25 \cdot (100 - W)}$$

where  $m_1$  – filter mass in grams,

$m_2$  – mass of the filter including sediment in grams,

$m$  – mass of raw materials in grams,

$W$  – weight loss of raw materials during drying as a percentage.

Depending on different growing seasons and the location of caper growth, the amount of water-soluble polysaccharides in the samples ranged from 0.6% to 1.1%.

Assessment of acute toxicity of the sum of water-soluble polysaccharides from the root of the *Capparis spinosa* plant. To conduct the experiments, sterile white male mice weighing 18-20 g, taken from a special nursery "Linear Experimental Animals" in the Tashkent region, were kept under standard vivarium conditions with 12-hour lighting and an air temperature of 20±2°C. Feeding was carried out in accordance with the nutritional standard for experimental animals, and unlimited access to water was provided. The experiments were carried out on outbred white mice kept under standard vivarium conditions in accordance with the rules adopted by the "European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental or Other Scientific Purposes" ETS N 123 (Strasbourg, March 18, 1986) [ 18 ]. The amount of water-soluble polysaccharides from the root of the *Capparis spinosa* plant was administered in doses from 100.0 to 10,000.0 mg/kg into the stomach through the oral cavity using an atraumatic probe. Each dose was tested on 6 mice. The selection of doses and route of administration of substances was carried out in accordance with the "Guidelines for experimental (preclinical) studies of new pharmacological compounds" [ 19 ]. All experimental animals were continuously monitored for 14 days after the animals were administered the test compounds at the indicated doses. The semi-lethal dose ( $LD_{50}$ ) was determined according to the method of Litchfield and Wilcoxon [ 20 ].

**The results obtained and their discussion .** To study the degree of effective grinding of raw materials, caper root was crushed (the amount of the sum of water-soluble polysaccharides compared to the dry weight of the raw material 0.6%) to a size of less than 3 mm, 4-7 mm and 8-12 mm. 0.5 kg of uncrushed raw material was placed in the first extractor, crushed to 8-12 mm in the second, crushed to 8-12 mm in the third, and up to 3 mm in the fourth.

The extractors were filled with water at room temperature until the raw materials were completely covered and after 8 hours the first discharge was taken. This process was repeated 7 times. The results are presented below in Table 1.

Table 1

#### The influence of the degree of grinding of raw materials on the yield of the amount of water-soluble polysaccharides from *Capparis spinosa* root

No.	Degree of grinding, mm	Yield of extractives relative to the mass of raw materials (%)	Yield of total water-soluble polysaccharides , %	
			Relative to the mass of raw materials	Depending on the amount of raw material reserves
1	Unground	20.2	0.35	58.3
2	8 – 12	21.3	0.41	68.3
3	4-7	24.2	0.45	75.0
4	Less than 3mm	21.1	0.48	80.0

From Table 1 it can be seen that when extracting from raw materials crushed to 3 mm, the filtration process becomes more complicated due to the large amount of polysaccharides soluble in the main water, as well as the turbidity of the extract and the large amount of dissolved extractives. As a result, a number of difficulties arise in the process of extracting the amount of water-soluble polysaccharides . When extracting from unground raw materials, the extraction

process is very slow and as a result, the extraction process takes a long time. It has been determined that in order to extract water-soluble polysaccharides with maximum yield, it is advisable to grind the raw material to a particle size of 4-7 mm.

After studying the degree of grinding of plant raw materials, a series of experiments were carried out to select an effective solvent for extracting raw materials. Organic solvents and their aqueous solutions were used

to carry out the experiments. The experiments were carried out under the same conditions and by extracting the same raw material samples with different solvents.

Weighing 0.5 kg of dry raw material, crushed to 4-7 mm, placed in 8 extractors with a capacity of 5 liters. Water was poured into the first extractor, ethyl alcohol (95 %) was poured into the 2nd , and 80, 70, 60, 50, 40% aqueous-alcohol solutions were poured into the 3, 4, 5, 6, 7th . Extractants were poured into all extractors until the raw materials were completely covered and

extraction was carried out by infusion at room temperature 6 times for 8 hours. All extracted alcoholic extracts were concentrated on a rotary evaporator to obtain an aqueous extract. The aqueous extract was concentrated until 1/10 remained. The total amount of water-soluble polysaccharides in the concentrated aqueous fraction was determined according to the method described above. The results of the experiments are presented below in Table 2.

**The influence of solvents on the yield of the amount of water-soluble polysaccharides from *Capparis spinosa* root**

No.	Solvent	Yield of extractives relative to the mass of raw materials (%)	Yield of total water-soluble polysaccharides , %	
			Relative to the mass of raw materials	Depending on the amount of raw material reserves
1	Ethanol: 95%	10.1	0.10	16.7
2	80 %	14.2	0.13	21.7
3	70 %	16.5	0.18	30.0
4	60 %	18.6	0.23	38.3
5	50 %	19.2	0.30	50.0
6	40%	20.1	0.38	63.3
7	Water	25.2	0.45	75.0

From Table 2 it can be seen that when extracted with 95% concentrated ethyl alcohol, the smallest amount of water-soluble polysaccharides is released into the extract. With an increase in the amount of water in the aqueous-alcoholic solvent, the transfer of water-soluble polysaccharides into the extract increases, and it has been established that water-soluble polysaccharides are transferred into the extract with an efficiency of 85.0% when extracting with water, as the most effective extractant method.

When extracting biologically active substances from raw materials, the influence of temperature on the extraction process is also important. An increase in temperature increases the solubility of substances in the solvent and accelerates the process of transfer of substances from the raw material to the solvent. We have conducted a number of studies to study the effect of temperature on the process of extraction of water-soluble polysaccharides from raw materials.

From the dry raw material, the degree of grinding of which was 4-7 mm, 0.5 kg was weighed out, placed in 4 flasks and filled with an aqueous solvent until the raw material was completely covered. For the extraction process, the temperature in the first flask was controlled - maintained at 20-30 °C, in the second - 40-50 °C, in the third - 40-50 °C, and in the fourth - 50-60 °C (in an ITZh brand water thermostat -0-03, Russia).

The extraction process was carried out 8 times for 8 hours using the infusion method. All extracted alcoholic extracts were concentrated on a rotary evaporator to obtain an aqueous extract. The aqueous extract was concentrated until 1/10 remained. The total amount of water-soluble polysaccharides in the concentrated aqueous fraction was determined according to the method described above. The results of the studies are presented in Table 3.

**Effect of temperature on the yield of total water-soluble polysaccharides from *Capparis spinosa* root**

No.	Temperature, °C	Yield of extractives relative to the mass of raw materials (%)	Yield of total water-soluble polysaccharides , %	
			Relative to the mass of raw materials	Depending on the amount of raw material reserves
1	20-30	20,2	0.42	70.0
2	30-40	25.7	0.47	78.3
3	40-50	27.0	0.51	85.0
4	50-60	28.2	0.55	91.7
5	60-70	28.2	0.56	93.3

From Table 3 it can be seen that increasing the temperature during the extraction of raw materials has a great influence on the extraction process of the amount of water-soluble polysaccharides. As the temperature increases, the amount of water-soluble polysaccharides dissolves in the extractant and the yield increases. Even at a temperature of 70 °C, the yield of water-soluble polysaccharides during the extraction

process turned out to be almost the same as at a temperature of 60 °C. Thus, we have established that during the process of water extraction of caper root, it is most effective to maintain the temperature within 50-60 °C.

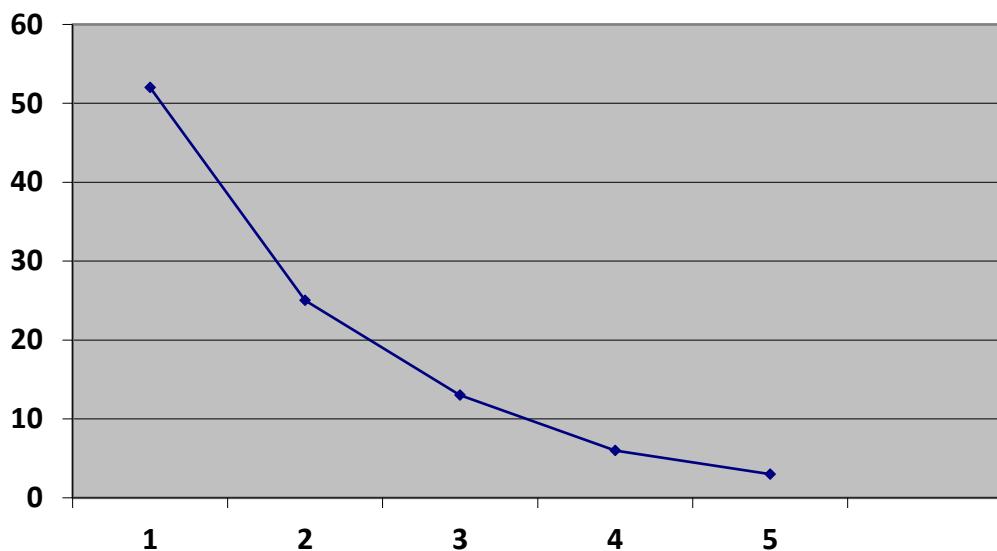
We conducted a series of experiments to determine how many times the raw material should be extracted in order to extract the amount of water-soluble polysaccharides with the greatest yield. To do this, 0.5 kg was

weighed out of dry raw materials, the degree of grinding of which was 4-7 mm, placed in 4 flasks and filled with an aqueous solvent until the raw materials were completely covered. Room temperature maintained at

50-60°C and drained 8 hours after pouring the extractant. Each of the resulting aqueous extracts was analyzed by the above analytical methods. For this purpose, the result of our experiments is presented in Graph 1.

Schedule 1

**The influence of the multiplicity of extractions on the yield of the amount of water-soluble polysaccharides from *Capparis spinosa* root**



From Graph 1 it is clear that it is advisable to extract the raw material 5 times. We remove the last 5th drain for further extraction of raw materials.

During the extraction process, we conducted the following experiment to determine how much time should be spent obtaining each drain. To do this, 0.5 kg was weighed out of dry raw materials, the degree of grinding of which was 4-7 mm, placed in 4 flasks and filled

with an aqueous solvent until the raw materials were completely covered. Temperature in the extractor during the extraction process maintained a value of 60°C. The drain from 1 flask was poured out after 2 hours, 2 flasks after 4 hours, 3 flasks after 6 hours and 4 flasks after 8 hours. This process was continued until 5 drains were obtained. The experimental results are presented in Table 4.

Table 4

**The influence of the time of obtaining plums on the yield of the amount of water-soluble polysaccharides from *Capparis spinosa* root, %**

No.	1-drain	2-drain	3-drain	4-drain	5-drain	Time
1	29	13	5	2	1	2 hours
2	43	20	8	4	3	4 hours
3	52	25	13	6	3	6 hours
4	53	25	13	6	3	8 ocloc'k

Based on the results obtained, it was established that the effective extraction of raw materials is the extraction of 1,2,3,4-plums for 6 hours and 5-plums for 4 hours.

Acute toxicity of the sum of water-soluble polysaccharides isolated from the root of the plant *Capparis spinosa* under administration to experimental animals at a dose of 1000.0-2000.0-3000.0-4000.0-5000.0 mg/kg into the stomach through the oral cavity using an atraumatic probe, after 10-15 minutes motor activity was significantly weakened, hiccups appeared, there were no significant changes in breathing, heartbeat, perception of external sounds and pain compared to animals in the control group, the animals recovered within 60-80 minutes, and no mortality was observed within 24 hours. At a dose of 6000.0-7000.0-8000.0 mg/kg, movement slowed down after 5-8 minutes, the perception of pain and external sounds decreased slightly,

mortality was not observed within 24 hours, the animals returned to their original state after 2 days. In animals injected with 8500.0 mg/kg, motor activity slowed down after 4-6 minutes, hiccups, half-closed eyes, and mild tremor were observed, death was observed in 1 mouse after 47 minutes, death in 2 mice after 61 minutes. No mortality was observed in the remaining experimental animals during the day. At a dose of 8750.0 mg/kg, after 3-5 minutes, movement slowed down, breathing slowed down, hiccups and head tremor were observed, a motionless lying position on the stomach with relaxed muscles of the arms and legs was observed, the death of 1 mouse out of 6 animals was observed after 35 minutes, death in 2 - mice after 45 minutes, 3 mice after 63 minutes. No mortality was observed in the remaining experimental animals during the day. When a 9000.0 mg/kg dose of the substance

was administered, after 3-5 minutes there was a slowdown in movement, half-closed eyes, loss of external sound and pain perception, all animals had a prolonged tremor, relaxation of the muscles of the arms and legs, a lateral position, the death of the 1st mouse was observed after 21 minutes, the death of the 2nd after 32 minutes, the death of the 3rd mouse after 43 minutes, the death of the 4th mouse after 74 minutes. No death

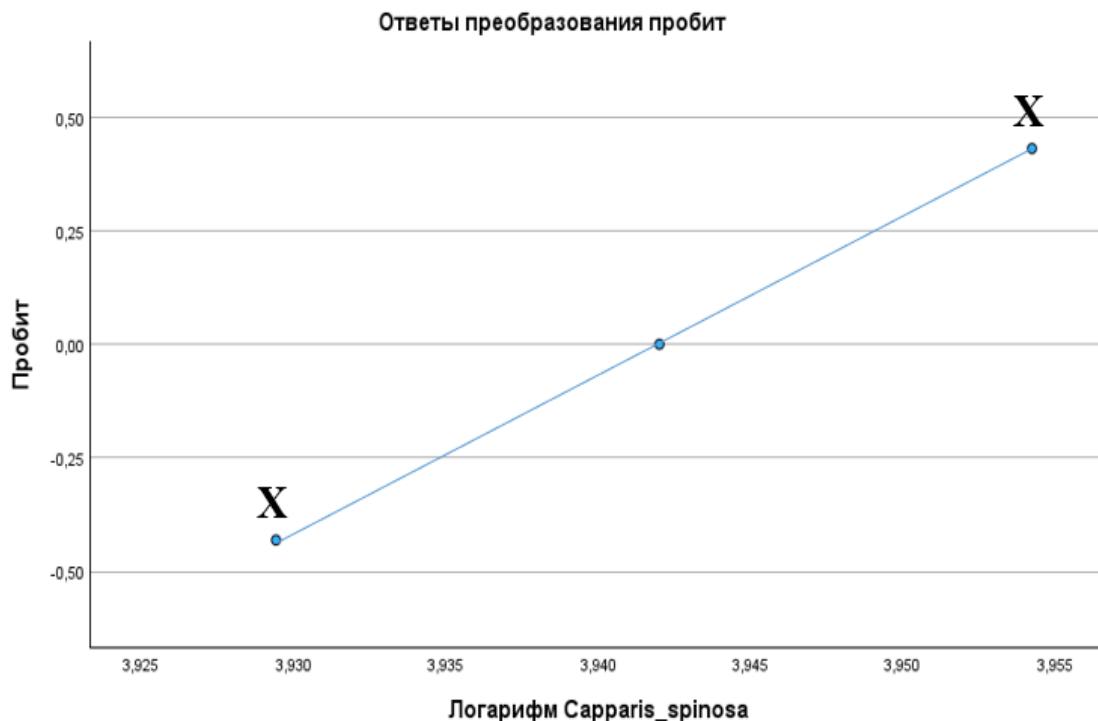
was observed in the remaining experimental animals within 24 hours. When the substance was administered at a dose of 10,000.0 mg/kg, after 3-4 minutes there was a slowdown in movement, disappearance of pain and perception of external noise, relaxation of the muscles of the limbs, prolonged tremor, mortality in 100% of experimental animals 11-52 minutes, the results of the experiment are presented in the Table 4.

Table 4

**Acute toxicity of the sum of polysaccharides isolated from the root of the *Capparis spinosa* plant.**

No.	Drug name	Animal species	Method of administration	Dose, mg/kg	Mortality/ animal survival
1	Sum of polysaccharides isolated from the root of the plant <i>Capparis spinosa</i> .	Mice	Orally into the stomach	1000.0 2000.0 3000.0 4000.0 5000.0 6000.0 7000.0 8000.0 8500.0 8750.0 9000.0 10000.0	0/6 0/6 0/6 0/6 0/6 0.6 0/6 0/6 2/4 3/3 4/2 6/0
	LD <sub>50</sub>			8766.2 (8063.9-9978.4)	
	LD <sub>100</sub>			12651.1	

Statistical analysis of the obtained data was performed using IBM® SPSS® Statistics v27.0.1.0 software:



Вероятность	Оценка	Доверительные границы		95% доверительные границы для log (Capparis_spinosa) <sup>a</sup>		
		95% доверительные границы для Capparis_spinosa		Оценка	Нижняя граница	Верхняя граница
		Нижняя граница	Верхняя граница			
PROBIT ,010	6074,229	2623,453	7077,401	3,783	3,419	3,850
,020	6341,031	3033,399	7268,493	3,802	3,482	3,861
,030	6516,353	3325,355	7394,081	3,814	3,522	3,869
,040	6651,428	3562,806	7491,146	3,823	3,552	3,875
,050	6763,364	3767,942	7571,972	3,830	3,576	3,879
,060	6860,122	3951,408	7642,259	3,836	3,597	3,883
,070	6946,097	4119,217	7705,153	3,842	3,615	3,887
,080	7023,992	4275,133	7762,587	3,847	3,631	3,890
,090	7095,593	4421,683	7815,843	3,851	3,646	3,893
,100	7162,146	4560,651	7865,824	3,855	3,659	3,896
,150	7444,404	5178,326	8085,098	3,872	3,714	3,908
,200	7676,645	5717,151	8279,934	3,885	3,757	3,918
,250	7881,653	6208,749	8471,425	3,897	3,793	3,928
,300	8070,419	6664,399	8675,371	3,907	3,824	3,938
,350	8249,371	7084,528	8908,668	3,916	3,850	3,950
,400	8422,848	7462,436	9191,199	3,925	3,873	3,963
,450	8594,159	7789,666	9543,095	3,934	3,892	3,980
,500	8766,156	8063,984	9978,369	3,943	3,907	3,999
,550	8941,596	8292,965	10502,688	3,951	3,919	4,021
,600	9123,458	8489,562	11119,374	3,960	3,929	4,046
,650	9315,316	8666,483	11837,278	3,969	3,938	4,073
,700	9521,872	8834,239	12676,524	3,979	3,946	4,103
,750	9749,921	9001,829	13674,992	3,989	3,954	4,136
,800	10010,297	9178,535	14901,791	4,000	3,963	4,173
,850	10322,586	9377,041	16492,174	4,014	3,972	4,217
,900	10729,395	9621,283	18759,205	4,031	3,983	4,273
,910	10830,032	9679,857	19354,681	4,035	3,986	4,287
,920	10940,430	9743,421	20024,000	4,039	3,989	4,302
,930	11063,118	9813,283	20787,783	4,044	3,992	4,318
,940	11201,769	9891,337	21676,531	4,049	3,995	4,336
,950	11362,023	9980,477	22738,083	4,055	3,999	4,357
,960	11553,233	10085,471	24053,689	4,063	4,004	4,381
,970	11792,716	10215,097	25778,267	4,072	4,009	4,411
,980	12118,770	10388,613	28267,471	4,083	4,017	4,451
,990	12651,070	10665,550	32695,509	4,102	4,028	4,514

а. Основание логарифма = 10.

The average lethal dose of the sum of polysaccharides isolated from the root of the *Capparis spinosa* plant (with a confidence interval of LD<sub>50</sub>) is 8766.2 (8063.9–9978.4) mg/kg. According to GOST No. 12.1.007-76 the substance is on the list fewer toxic substances (class IV), and according to the classification of A.V. Stefanova is included in the list of substances with low practical toxicity (class V) [4].

**Conclusion.** Based on the above experiments, to extract the amount of water-soluble polysaccharides from caper root, it is necessary to grind the raw material to a size of 4-7 mm, use an aqueous solvent as a solvent, and also extract 5 times at a temperature of at least 60°C at and 1,2,3,4- It is advisable to extract plums for 6 hours, and 5-plums for 4 hours. As a result of scientific research , it has been established that water-soluble polysaccha-

rides can be extracted from the root of the *Capparis spinosa* plant , containing 0.6% water-soluble polysaccharides, with a yield of at least 95%.

The inclusion of the sum of polysaccharides isolated from the root of *Capparis spinosa* into the group of substances with low acute toxicity provides the basis for further in-depth pharmacological studies of the biological activity of this substance.

#### References:

1. Aghel N.; Rashidi I. and Mombeini A. Hepatoprotective Activity of Capparis spinosa Root Bark Against CCl<sub>4</sub> Induced Hepatic Damage in Mice // Iranian Journal of Pharmaceutical Research. -2007. - 6(4). -P. 285-290.
2. Ali-Shtayeh A., Abu Ghdeib S.L. Antifungal activity of plant extracts against dermatophytes // Mycoses. -1999. -№42. -P. 665-672.

3. Ambali S.F., Akanbi D.O., Oladipo O.O., Yaqub L.S., Kawu M.U. Subchronic Chlorpyrifos-Induced Clinical, Hematological and Biochemical Changes in Swiss Albino Mice: Protective Effect of Vitamin E // Int. J. Biol. Med. Res. -2011. -2(2): -P. 497-503.
4. Arrar L., Benzidane N., Krache I., Charef N., Khennouf S., Baghiani B. Comparison between polyphenol contents and antioxidant activities of different parts of *Capparis spinosa* L // Phcog Commun. -2013. -3.2. -P. 70-74.
5. Benzidane N., Charef N., Krache I., Baghianl A., Arrar L. In Vitro Bronchorelaxant Effects of *Capparis Spinosa* Aqueous Extracts on Rat Trachea // J. App. Pharm. Sci. -2013. -3.09. -P. 085-088.
6. Bonina F., Puglia C., Ventura D., Aquino R., Tortora S., Sacchi A., Saija A. Tomanio A., Pellegrino M.L., De Carparis P. In vitro antioxidant and in vivo photoprotective effects of a lyophilized extract of *Capparis spinosa* L. buds // J. of Cosmetic Science. - 2002. -№53. -P. 321-335.
7. Cao Y.L., Li X., Zheng M. Effect of *Capparis spinosa* on fibroblast proliferation and type I collagen production in progressive systemic sclerosis // Zhongguo Zhong Yao ZaZhi. -2008. -33.5. -P. 560-563.
8. Eddouks M., Lemhadri A., Michel J. Hypolipidemic activity of aqueous extract of *Capparis spinosa* L. in normal and diabetic rats // J. Ethanopharmacol. -2005. -98.3. -P. 345-350.
9. Kulusic-Bilusic T., Schmoller K., Schnabele K., Siracusa L., Ruberto G. The anticarcinogenic potential of essential oil and aqueous infusion from caper (*Capparis spinosa* L.) // Food Chemistry. 2012. -№132. -P. 261–267.
10. Panico A.M., Cardile V., Garufi F., Puglia C., Bonina F., Ronisvalle G. / Protective effect of *C. spinosa* on chondrocytes // Life. Sci. -2005. -№20. -P. 2479-88.
11. Yilli A., Tao Wu, Сагдуллаев Б.Т., Аиса Н.А., Ульченко Н.Т., Глущенкова А.И., Рахмонбердиева Р.К. Липиды и углеводы корней *Capparis spinosa* // Хим.природ.соед. -2006. -№1. -C. 81-82.
12. Asilbekova D.T., Tursunkhodjaeva F.M., Yuldasheva N.K., Ul'chenko N.T., Glushenkova A.I. Lipids from seeds and leaves of *Capparis spinosa* L. // 7th International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds, Tashkent. -2007. -P. 116.
13. Юлдашева Н.К., Ульченко Н.Т., Глущенкова А.И. Липиды семян *Capparis spinosa* // Хим.природ.соед. -2008. -№ 5. -C. 516.
14. Асилбекова Д.Т., Турсунходжаева Ф.М. Липиды листьев *Capparis spinosa* L. // Химия растительного сырья. -2009. -№2 -C. 97-99.
15. Халматов Х.Х. Дикорастущие лекарственные растения Узбекистана // Ташкент. Медицина. -1964. -185 с.
16. Акопов И.Э. Кровоостанавливающие растения // Ташкент. "Медицина" -1981. -295.c.
17. <http://doctors.am/en>.
18. European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes, ETS №123, Strasbourg. 1986.
19. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. Часть первая / Председатель редакционной коллегии А.Н. Миронов. – М.: Гриф и К, 2012. – 944с.
20. Беленький М.Л. «Элементы количественной оценки фармакологического эффекта», Мендиз Ленинград.1963, с. 146.

# PHILOLOGICAL SCIENCES

## SIGNIFICANCE OF LANGUAGE SKILLS AND LANGUAGE ASPECTS IN SIGHT TRANSLATION

**Babayev J.**

*The head of the chair "English and methods"*

*Nakhchivan State University, Azerbaijan*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054659>

### **Abstract**

The article elaborates sight translation in terms of language skills. It is noted that knowledge of vocabulary, grammar and phonetics should be at a high level while making a sight translation. Reading and speaking skills are important in this type of translation. Since vision requires reading skill and interpretation needs speaking. There is no need to possess good listening skill since this skill has no function in sight translation. There is no the second person in sight translation to listen to. The translator might sometimes need to use writing skill in order to take some brief notes, namely dates, proper names, contractions.

**Keywords:** sight translation, language skills, language aspects, cultural level, interpretation

### **Introduction**

Translation is a very intricate process. Translators are careful to consider the meaning of SL as shorthand in order to convey the corresponding meaning to the recipient. This process is defined differently by scholars and theorists. This is everyone's own perspective on how this process is carried out to convert ST to TT, taking into consideration all the variations at the linguistic, syntactic, semantic, and cultural levels. Essentially, translation is defined as the process of translating ST in one language into TT in another language. Therefore, we refer to the procedure for changing one form of SL to another form of TL. Babayev Javid underlines the difficulty of the translation: "As the architect imagines the design of a building prior to its construction, a translator or an interpreter should imagine the grammatical structure of the language while translating something" [1, p.117]

The most inevitable language skills in sight translation process are reading and speaking skills, Because the translator sees the text first, then interprets the information shown there. The translator does not need to have perfect listening skill since the translation is done by vision and speaking. The translator should have proficient pronunciation skills in order to utter the words fluently. Writing skill is sometimes used to take some important notes, particularly proper names, dates and abbreviations.

### **Main part**

In the research work by Mauriel, the translation process goes through two important stages that enable the translator to arrive at an understood content. These stages are different from each. These phases include [7]:

- 1) Passive phase.
- 2) Active phase.

In the first stage, the translator must read the text completely, become immersed in the text, so that the mind is completely free from interference and can be attuned to and understood by the text. Then, all these extra-linguistic abilities can be the key to understanding the meaning of ambiguous texts. When this reading is successful, the text is remembered as a whole, and

associated with the reader's former background knowledge. In the second stage of this process, translators must become authors and use all their technical, cultural and rational skills to unleash their creativity. In this stage, translators can use all the knowledge and insight they picked up in the first phase, as well as all the signals. For the best results, these two phases should be run separately and not interfere with each other. Because it requires different skills and resources. From this perspective, Larson defines translation as the process of transferring the ST meaning of SL to TL through the transition from SL form to TL form, taking into account vocabulary, syntactic structure, and context. SL context and cultural variations to determine meaning in TL. In the end, we reconstruct these aspects in TL by finding the same meanings.

According to Shunnaq and Farghal, translation is considered as a transference process from one tongue into another one where two aspects are taken into consideration which are transference and sense [3]. The first aspect is related to rendering the ST into TT whereas the second one concentrates on conveyance of the meaning of ST by finding its relevant equivalent. May be, the most efficient definition of translation belongs to Lataiwish and Aziz who regard the translation as a stage of substituting a text in one language by another text in another language [6]. The so-called definition is considered to be the more obvious one since it doesn't go far in explaining how this process is carried out and what the interpreter followed to obtain such interpretation in the TL.

Sight translation is considered to be a mixed one of both interpretation and translation since it contains two crucial language skills and it is regarded as an essential instrument for training of interpreters and translators when they start their training interpreting program. Actually, SIT is easily determined as a process of interpreting a written text into an oral outcome. This definition points out that there are two main language skills involved in the process of translation and they possess an indispensable role in reformulating the ST. Weber claims that the students learn how to show the performance before the audience in order to render the

ST and improve their abilities in a quick coordination which becomes important in interpretation process afterwards. Weber thinks that it is a bit easier to understand and scrutinize the information in ST which is presented visually than the one introduced orally. He argues that this mode should be taught isolated from other modes of interpretation, as it represents an inseparable part between the both modes of interaction and is considered the basis for the development of interpreting skills.

While Moser-Mercer states that SiT is considered a useful pedagogical device that backs up students' performance in interpreting STs and preparing them for the next stage of rendering methods, as it is known as the first step to improve their interpreting skills [8]. Zheng points out that SiT involves replacing a message written in one language with a message delivered orally in another language, which demands the synchronization of reading skill and productive abilities when reformulating ST in one language into TT in another language [13]. In other words, Sadkhan points out that SiT implemented in three stages, beginning (sight reading) when the interpreter reads the SL written text with his eyes, then (comprehension) as he translates it with his mind, finally (transmission), when he orally translates this written text into the TL. In addition, all definitions clearly point out that this type of translation requires a definite level of mastery of the language skills involved in carrying out this type. It is also considered a stepping stone to two ways of interpreting - consecutive and simultaneous interpreting, and therefore most scientists have classified it into two different areas of translation and interpreting.

#### Modes of sight translation

Like other types of translation, SiT can be done in different modes, but the process appears to be similar as the translator cognitively engages with ST. In each mode, the interpreting must consider two critical steps being perception and production in which to accomplish this translation task. There are different types of SiT according to the degree of complexity. Broadly speaking, Ivars [5], Sampaio [12] and Sadkhan [11] put forward that there are five kinds of SiT in which the interpreter successfully manages the task. These are the following types:

1. Proper SiT: This mode manifests itself in the translation of a written text viewed for the first time and the translator has no time to prepare.

2. Prepared SiT: This mode is easier than the first one since the interpreter will have time to translate with sufficient preparation.

3. Consecutive SiT: In this mode, summary translation is carried out, through which the written interpretation is provided briefly. This mode is considered to translate sight and interpret sight.

4. SiT in consecutive interpretation: This is a process of oral reformulation of written input, which the speaker immediately and loudly pronounces.

5. SiT in simultaneous interpretation with text: This mode is considered the most complex, as it is carried out by simultaneous interpretation and visual translation of the written text. This mode can be implemented when the translator/interpreter owns a copy of

the written text. Hussein points out that in each mode, SiT is easily controlled based on two vital steps that any vision translator must follow to achieve a good ST rendering [4].

#### Sight translation process

There are two important aspects to consider (perception of the ST and production of the auditory message), these two cognitive processes are fundamental in all types of SiT.

#### Basic language skills in SiT.

Language skills have a direct impact on interpreters' performance in the interpretation process, so the effectiveness of communication, whether oral or written, depends on a person's language skills. Rich word stock, command of various sentence structures, clarity of thought and focus on the audience are essential for effective verbal communication. Verbal communication skills are writing and speaking, reading and listening. Numerous research works indicate that these skills may be used by interpreters in different proportions such as: writing 9% reading 16% speaking 30% listening 45%.

This process involves two basic language skills which play a direct role in the rendering of STs, in which the translator uses his two language skills (reading and speaking). These two skills are significant in the context of teaching any type of translation or interpreting because students need them to improve their performance and this development is directly related to these skills.

#### Reading skill.

This skill may be characterized as a means of increasing translator's' knowledge of language features and their mastery of reading strategies. It can also improve their ability to understand and fit into the language-focused part of the course. A classic procedure for intensive reading is the grammar-translation approach, where the teacher works with students and uses the mother tongue to explain the meaning of the text sentence by sentence [9, p.25].

Colina claims that reading comprehension in the context of translation involves several levels of understanding, awareness of the reading process and the nature of reading, which are indispensable for anyone involved in interpretation [2, p.170]. Moreover, reading for translation is by definition much more complex than reading itself, and considerably more complex than traditionally recognized. For Colin, interpretation and reading are closely related. Nation points out four important steps a student can follow to develop vocabulary through the extensive reading method. These steps are:

1. Before reading the text, the student quickly skims through it and selects five or six words to focus on while reading. This has the effect of increasing the awareness of some words and thus making them more visible when you encounter them again in the text.

2. While reading, the student can collect new words which are repeated along the text and put them on word cards for later deliberate study.

3. A more formal follow-up is for students to report to the class a word they have come across in their reading – explaining what it means, how it has been

used in the text, its parts of speech, its etymology and any unusual features about it.

4. Using a dictionary while reading should also have positive effects.

#### **Speaking skill.**

This skill is one of the most essential language skill used in SiT. Students are required to be fluent in a text that visually translates and interprets it into oral communication in the TL. As other language activities, fluency, correct pronunciation, sufficient word stock and good grammar knowledge are indispensable factors for oral translation. A lot of pauses in speech, poor lexical resource, bad utterance and poor grammar knowledge are the signs of having poor language knowledge. They are interrelated with each other to some extent in some cases. Making intermittent pauses in interpretation process are the causes of poor grammar knowledge and lexical resources. It means that the lack of these language aspects has a negative and direct impact on fluency. If the interpreter has a good command in English or any other languages, he won't make pauses. As it is a special gift given by God, sometimes to own good grammar and lexical knowledge does not solve everything. The interpreter might have some memory problems to keep all information in mind. Despite perfect grammar knowledge and rich word stock, as well as precise pronunciation, the interpreter can experience difficulty in retaining several sentences in mind which have been produced by the speaker very fast. Besides, it may be caused by embarrassment and shyness in bigger auditorium. Excitement and alarm may result in poor interpretation, as well. For Nation and Newton [10, p.152] there are definite conditions which should be met to master fluency when a learner engages in a communicative act. These conditions are important for speaking and should be observed in order for the student's performance to gradually improve.

These conditions are:

1. The activity is meaning-centered. Students' attention is focused on communicating the message and exposed to the "real time" pressure and stress of ordinary meaning-oriented interaction.

2. Students take part in activities where all language items are within their former experience. This means that students work with mostly familiar topics and types of discourse using familiar vocabulary and constructions. These types of activities are called "practice" tasks since the knowledge needed to perform the activity is already within the students' experience.

3. The student is supported and encouraged to perform at a higher than normal level. This means that in a fluency activity, students should speak and understand faster, hesitate less, and use larger planned chunks than in normal language use. A fluency development activity provides some intentional movement toward a higher level of performance, often using time pressure.

Mean coefficient and percentage weight of items in mastery of these skills is an indispensable factor for successful completion of such a task. Students see SiT as a difficult task to learn without a clear teaching method and supporting skills to effectively convert ST in SL to TM in TL. The outcomes of the analysis show

that the students could realize the important role of language skills and how vital they are in developing their performance in SiT. While teaching SiT, it is important to take into consideration all the results, as they reflect the views of the students in the process of learning SiT. This work also studied the influence of commanding and acquiring the principles of SiT to prepare students for the next steps of interpreting, as SiT is the cornerstone of this type of interaction and in which students can tackle the translation difficulties they may encounter in interpretation process.

#### **Conclusion**

Finally, two important language skills were investigated to determine their importance in learning and teaching SiT. The analysis shows that these two language skills (reading and speaking) are required in teaching SiT and should be taken into consideration by both students and teachers. These two researchers advise all translation instructors and translation students to focus on developing language skills to improve students' performance in SiT, because without language skills, good performance cannot be achieved and their knowledge will be very insufficient in this type of translation.

This study concludes that translation students require an intensive course in language skills and how these skills are crucial and indispensable in learning translation and interpretation, as all strategies and techniques are closely related to these skills. Thus, students have to study language skills to see how the demands are placed on handling such demanding tasks.

The most important language skills depend on what type of translation the translator does. If the person does interpretation, he/she willy-nilly should develop his/her speaking and listening skills. Since the translator will listen and interpret the message in this way. But when a person does written translation, he should boost his/her writing and reading skills. Because the professional person in this job will need to write and see the text. Written text translation requires a deep attention and a great deal of word stock. Otherwise, the translator will experience hardships. Written translators don't need to improve their speaking and listening skills since they will not encounter these skills in written translation process. However, interpreters should practice on all skills. Because they may see a text in sight translation. Though they translate orally, they should own reading and writing skills as well.

#### **References:**

1. Babayev Javid. Cognitive aspects of simultaneous and consecutive interpretations. Publisher.agency: Proceedings of the 1st International Scientific Conference «Interdisciplinary Science Studies» (January 19-20, 2023).Dublin, Ireland, 2023. 144 p.
2. Colina, Sonia.(2015). Fundamentals of Translation.UK: Cambridge University Publishing House.
3. Farghal, M. and Shunnaq, A.(1999).Translation with Reference to English and Arabic : A Practical Guide. Irbid: Dar Al-Hilal for Translation.
4. Husain, N.(2015). Language and Language Skills. Maulana Azad National Urdu University. Researchgate publications.

- 
5. Ivars, A. (1999). Translation At Sight a Descriptive Analysis: Published MA Thesis : Universitat Jaume.
6. Lataiwish, M. and Aziz, Y.(2000). Principles of Translation. Libya: Dar Annahda Al-Arabiya.
7. Mauriel, G.(1992).Teacher's Tools In Translation Class: In Teaching Translation and Interpreting : Training, Talent, and Experience, edited by Cay Dolle-  
rup and Anne Loddegaard. Denmark: John Benjamins Publishing.
- 8.Moser-Mercer, Barbara.(1994).Training and Research: The Foundation for Conference Interpretation. The ATA Chronicle. Vol. XXIII, No.6, P. 14.
9. Nation, I.S.P.(2009). Teaching ESL/EFL Reading and Writing. New York: Rutledge Publications.
10. Newton, J.and Nation, I.S.P.(2009). Teaching ESL/EFL Listening and Speaking. New York: Rutledge Publications.
11. Sadkhan, R.(2014). Sight Translation: Practical Lessons: Al-Ghadeer Co. for Printing and Publications Ltd.
12. Sampaio, G.R.L( 2007). Assessing Reading Fluency. Hawaii: Pacific Resources for Educational and Learning.
13. Zheng, et al. (2013) 'Processing metaphorical expressions in sight translation : an empirical-experimental research.', Babel., 59 (2). pp. 160-183. Journal of Language Studies Vol. 2, No. 3 , 2019 , pages (33-59)

# PHYSICAL SCIENCES

## CORRECTED VERSION OF THE SPECIAL THEORY OF RELATIVITY

Antonov A.

*PhD, HonDSc, HonDL, ResProf., H.ProfSci*

*Independent researcher, Kiev, Ukraine*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054677>

### **Abstract**

This article shows that the version of the special theory of relativity (STR) presented in all physics textbooks is incorrect, since relativistic formulas obtained therein are incorrect. They are incorrectly explained using the wrong principle of non-exceeding the speed of light and have led to incorrect conclusions about the physical unreality of imaginary numbers and the existence in nature of only our visible universe. This version of the STR proved to be in demand only because its authors were not able to explain physical sense of imaginary numbers. The article provides three proofs of physical reality of imaginary numbers and explains their physical sense in the theory of linear electric circuits, relativistic physics and astrophysics. This made it possible to obtain corrected relativistic formulas, from which appropriate conclusions were drawn.

**Keywords:** special theory of relativity, relativistic formulas, imaginary numbers, Multiverse, parallel universes, portals, dark matter, dark energy.

### **1. Introduction**

The special theory of relativity (STR) [1]-[3] created in the 20th century has been deservedly considered one of the most significant achievements of modern physics, since it introduced the principle of relativism into science. This is why STR is now taught in all university physics textbooks. However, the relativistic formulas obtained in this theory turned out to be incorrect due to the lack of experimental knowledge in physics of the 20th century necessary to complete their derivation. What is the physical meaning of named imaginary numbers and now is not explained in any textbook. Therefore, a postulate was introduced in STR, called the principle of not exceeding the speed of light, which allowed the physical meaning of imaginary numbers not to be explained, since nothing supposedly corresponds to them in nature.

This is how the STR has still been studied in physics textbooks.

### **2. The version of the special theory of relativity presented for study in physics textbooks is incorrect**

For a newly created scientific theory, this is pardonable, since such a theory must be developed. Therefore, over time, something in it must be refuted and corrected. The author of the concept of an open society, Sir Karl Raimund Popper, argued [4] that "... *the struggle of opinions in scientific theories is inevitable and is a prerequisite for the development of science*".

And in STR there are already a lot of such denials [5]-[54]. This is the existence of shock oscillations - tsunamis, music of pianos and other musical instruments, bell ringing in Christian churches and even swinging swings in playgrounds. This is the modern theory of resonance under the influence of not only sinusoidal oscillations of constant amplitude, but also damped sinusoidal oscillations, and even under the influence of exponential pulses. And this is even radio

engineering created earlier by STR, since STR and radio engineering mutually refute each other.

But the authors of physics textbooks, not being able to challenge these refutations, nevertheless, still do not take them into account [55]-[63].

### **3. The corrected version of the special theory of relativity**

Therefore, the corrected version of the STR [64] is in demand. In it incorrect principle of light speed non-exceedance STR denying physical reality of imaginary numbers is replaced by the principle of physical reality of imaginary numbers proven experimentally.

Let us show how, for example, this can be done by correcting the Lorentz-Einstein's formula

$$\mathbf{m} = \frac{\mathbf{m}_0}{\sqrt{1 - (\mathbf{v}/\mathbf{c})^2}} \quad (1)$$

where  $\mathbf{m}_0$  is the rest mass of a moving body (for example, an elementary particle);

$\mathbf{m}$  is the relativistic mass of a moving body;

$\mathbf{v}$  is the velocity of a body;

$\mathbf{c}$  is the speed of light.

It can be seen from the graph (see Fig. 1a) that the function  $\mathbf{m}(\mathbf{v})$  has a discontinuity at  $\mathbf{v} = \mathbf{c}$ . It corresponds to real numbers for argument values  $\mathbf{v} < \mathbf{c}$ , while for argument values  $\mathbf{v} > \mathbf{c}$  it corresponds to imaginary numbers that were discovered in the 16th century and whose physical sense remained unexplained until the 20th century. And since we have proved the physical reality of imaginary numbers, in this situation it is necessary to explain their physical meaning. But on the graph of the function  $\mathbf{m}(\mathbf{v})$ , its branch at the values of the argument  $\mathbf{v} > \mathbf{c}$  corresponds to a physically unstable process that cannot exist in nature. Therefore, the Lorentz-Einstein formula cannot be explained. Hence, it is incorrect.

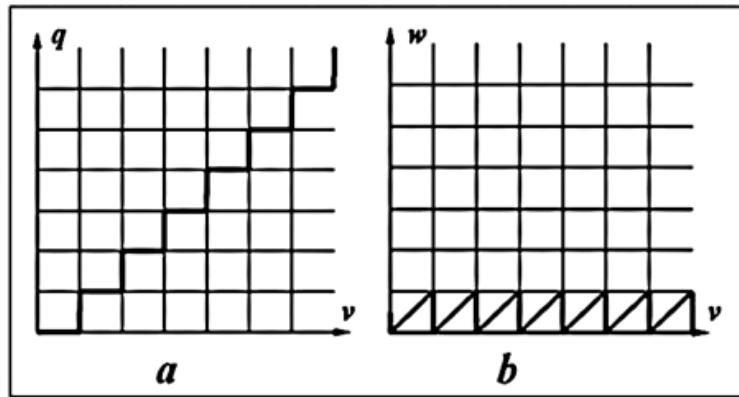


Fig. 1. Graphs of the function  $m(v)$  corresponding to the generally recognized but incorrect and corrected versions of STR in the subluminal  $v < c$  and hyperluminal  $v > c$  range

And the graph of the Lorentz-Einstein formula, which can be explained (see Fig. 1b), on the range  $v > c$  should be similar to the graph of this function (see Fig. 1a) on the range  $v < c$ . Thus, the corrected Lorentz-Einstein's formula can be written as follows

$$m(v) = \frac{m_0(i)^q}{\sqrt{1 - (\frac{v/c - q}{c})^2}} = \frac{m_0(i)^q}{\sqrt{1 - (\frac{w/c}{c})^2}} \quad (2)$$

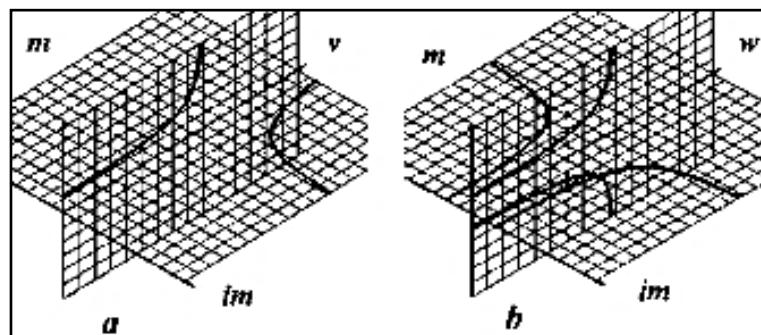


Fig. 2. Graphs of functions  $q(v)$  and  $w(v)$  illustrating the meaning of the 'floor' function of discrete mathematics

Therefore, at  $q = 0$  the formula (2) should be written as (1), and at  $v > c$  it should be written as follows

$$m(v) = \frac{im_0}{\sqrt{1 - (\frac{v/c - 1}{c})^2}} = \frac{im_0}{\sqrt{1 - (\frac{w/c}{c})^2}} \quad (3)$$

The graph of the function  $m(v)$  in Fig. 1b shows that the value  $q = 1$  corresponds to a fragment of this function on the interval  $c \leq v < 2c$ . Those on this interval  $c \leq v < 2c$  it corresponds to universe adjacent to our universe. And this other universe is already invisible to us, as it is located beyond the event horizon. Therefore, for definiteness, we call it tachyon universe. Our visible universe will then be called tardion universe. The value  $q = 2$  corresponds to an invisible tardyon antiverse, for which  $2c \leq v < 3c$ . The value

where  $q = \lfloor v/c \rfloor$  is the 'floor' discrete function of the argument  $v/c$  (see Fig. 2a);

$w = v - qc$  is the local velocity that in each universe takes values in the range  $0 \leq w < c$  (see Fig. 2b).

$q = 3$  corresponds to an invisible tachyon antiverse, for which  $3c \leq v < 4c$ . Etc.

Therefore, it follows from the corrected Lorentz-Einstein formula that the statement contained in physics textbooks about the existence in nature of our only visible universe is incorrect. In fact, we are in the Multiverse, which, due to the mutual invisibility of the universes in it, we will call the hidden Multiverse. But to make sure that the invisible universes really exist, we need an appropriate experiment that made it possible to see them.

#### 4. Corollaries of the corrected version of the STR

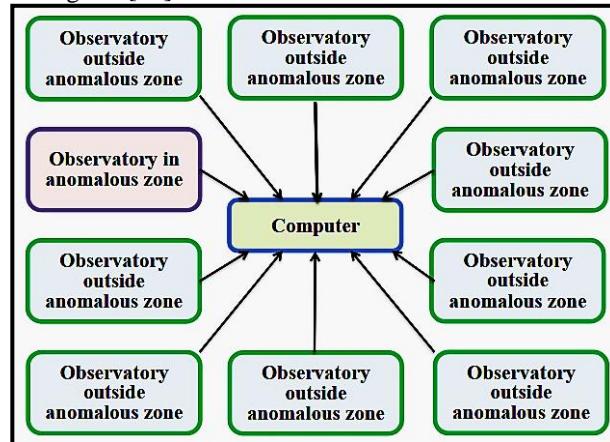
##### 4.1. How to see invisible universes

In order to understand what this experiment can be, first of all, it is necessary to understand that in Formula (2) the parameter  $q$  is an additional spatial dimension in which mutually invisible parallel universes<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Since, despite their infinity, they do not intersect

somewhat drift relative to each other. They touch each other and even slightly penetrate into each other generating respective passages through which their matter content is exchanged. These passages are commonly referred to as portals [65], [66] or stargates [67]. And the

entrances to them are presumably at least some of the anomalous zones, of which there are a lot on Earth [68]-[71].



**Fig. 3.** Scheme of an astronomical complex for the detection of invisible universe

And since in other universes the constellations in the sky inevitably differ from the constellations in our earthly sky, then when moving through the portals from the Earth to any neighboring universe, the map of our starry sky will gradually be transformed into a map of the starry sky of the neighboring universe. And if a telescope is placed in such a portal, then by comparing the position of the stars in the sky in the portal and outside the portal (see Fig. 3), changes in the position of the stars can be detected. These other constellations in the starry sky in the portals will be the desired experimental evidence [72]-[77]. The corresponding experiments<sup>4</sup> is very low cost and easily implemented. Moreover, some observatories are already in anomalous zones. As, for example, the Main Astronomical Observatory of the National Academy of Sciences of Ukraine, which is located 12 km from the center of its capital, Kiev, in the Goloseyevsky forest.

#### 4.2. The need geophysical research of portals

Naturally, the farther the telescope is placed in the portal, the more the constellations in its starry sky will differ from the constellations observed outside the portals. And the more convincing will be such astronomical observations. In addition, as a result of such astronomical observations, it will be possible to determine how many different neighboring invisible universes are located next to our visible universe [78]-[88].

But the great value of such observations lies not only in this. And also in the fact that the study of the geophysical characteristics of portals will make it possible to create artificial portals, with the help of which it will be possible to move from our universe to other currently invisible to us, and therefore unknown universes. That will accelerate the transformation of human civilization into a super-civilization.

However, people now avoid any visit to the portals, as the portals are invisible labyrinths in which it is impossible not to get lost. Therefore, in order to make visiting portals safe, it is necessary to create means of

portal orientation that will allow invisible portals to be seen in the same way that a compass allows navigators to see the invisible magnetic field of the Earth. And this is quite possible to do if we use the fact that the intensity of the electromagnetic radiation of terrestrial radio stations decreases as we dive into the portals. And when it reaches the neighboring universe, this radiation will disappear completely. After all, on Earth there is no such electromagnetic radiation from neighboring universes.

#### 4.3. Dark matter, dark energy

Having proved the existence of mutually invisible parallel universes, we need to find out their location in the hidden Multiverse, or, in other words, the structure of the hidden Multiverse.

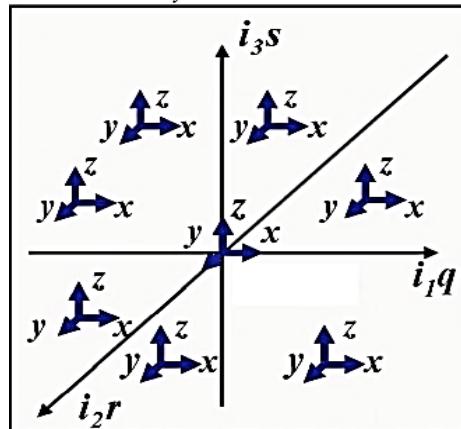
We also need to understand the meaning of dark matter and dark energy called as such because of their incomprehensibility and because no chemical elements have been found therein, as well as because they neither absorb nor emit nor reflect nor refract electromagnetic radiation. However, they account for more than 95% of the whole mass-energy in space. More precisely, according to the data obtained by the WMAP spacecraft [89], the mass-energy of our visible universe (actually, the hidden Multiverse) consists of 4.6% of baryonic matter, 22.4% of dark matter and 73.0% of dark energy. And according to more recent data obtained by the Planck spacecraft [90], the entire universe (actually, again, the entire hidden Multiverse) consists of 4.9% of baryonic matter, 26.8% of dark matter and 68.3% of dark energy.

Therefore, the truth and completeness of knowledge in modern physics, which cannot explain the phenomena of dark matter and dark energy, raises serious doubts. And since it was proved above in the most indisputable way that in nature there is not the Monoverse, but the Multiverse, then in addition to searching for the clues to the nature of the phenomena of dark matter and dark energy at the Large Hadron

<sup>4</sup> They are analogous to the experiment of Sir Arthur Stanley Eddington in 1919.

Collider in the microcosm, it is also necessary to search for their clues in the macrocosm of our hidden Multiverse. After all, Albert Einstein himself said: "Insanity:

*doing the same thing over and over again and expecting different results".*



**Fig. 4.** The six-dimensional space of the hidden Multiverse, in which  $\mathbf{q}, \mathbf{r}, \mathbf{s}$  are the coordinates of invisible parallel universes, and  $\mathbf{x}, \mathbf{y}, \mathbf{z}$  are the coordinates of the material content in each such parallel universe

The search for a solution to this problem in the hidden Multiverse allows us to assume that [91], [92]:

- dark matter and dark energy are evoked by invisible parallel universes of the hidden Multiverse, creating a kind of its own gravitational shadow in our visible universe;
- dark matter is evoked by invisible universes of the hidden Multiverse adjacent to our visible universe;
- dark energy is evoked by the rest of the universes of the hidden Multiverse, except for our visible and adjacent invisible universes;
- chemical composition of dark matter and dark energy cannot be determined because they are just images.

Thus:

- the whole hidden Multiverse should consist of  $100\% / 4.6\% = 21.8$  parallel universes according to the

experimental data obtained by the WMAP spacecraft, and of  $100\% / 4.9\% = 20.4$  parallel universes according to the data obtained by the Planck spacecraft;

- the whole hidden Multiverse should consist of  $100\% / 4.6\% = 21.8$  parallel universes according to the experimental data obtained by the WMAP spacecraft, and of  $100\% / 4.9\% = 20.4$  parallel universes according to the data obtained by the Planck spacecraft;
- dark matter should consist of  $22.4\% / 4.6\% = 4.9$  parallel universes according to the experimental data obtained by the WMAP spacecraft, and of  $26.8\% / 4.9\% = 5.5$  parallel universes according to the data obtained by the Planck spacecraft;
- dark energy should consist of  $73.0\% / 4.6\% = 15.9$  parallel universes according to the experimental data obtained by the WMAP spacecraft, and of  $8.3\% / 4.9\% = 13.9$  parallel universes according to the data obtained by the Planck spacecraft.

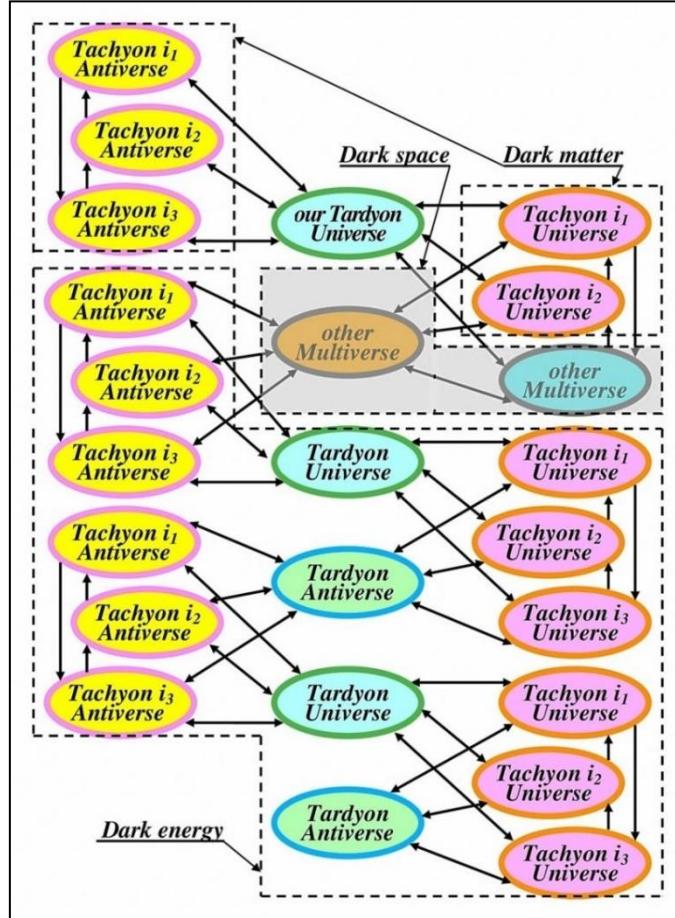


Fig. 5. Possible structure of the hidden Multiverse

Such an explanation of the phenomena of dark matter and dark energy provides important information about the structure of the hidden Multiverse. Indeed, given that mutually invisible universes of the hidden Multiverse are interconnected by numerous portals through which they exchange their matter content it can be argued that their mass-energy has significantly averaged over billions of years of their existence.

However... these results are inconsistent with the formula (2), since according to the WMAP and Planck spacecraft data, five-six rather than two invisible universes should be adjacent to our visible universe. Therefore, the relativistic formula (2) must be corrected again as follows:

$$m(q,r,s) = \frac{m_0(i_1)^q(i_2)^r(i_3)^s}{\sqrt{1 - [\frac{v}{c} - (q+r+s)]^2}} \quad (4)$$

where  $v$  is the velocity measured from our tardyon universe;

$c$  is the speed of light;

$i_1, i_2, i_3$  are the related imaginary units [51], wherein

$$i_1^2 = i_2^2 = i_3^2 = -1 \quad (5)$$

$$i_1 i_2 i_3 = i_2 i_3 i_1 = i_3 i_1 i_2 = -1 \quad (6)$$

$$i_1 i_3 i_2 = i_2 i_1 i_3 = i_3 i_2 i_1 = 1 \quad (7)$$

#### 4.4. Antimatter, anti-time, anti-space

Therefore, the hidden Multiverse has a quaternion

structure in six-dimensional space (Fig. 4). For example, shown in Fig. 5, a helical structure in which adjacent to our visible tardyon universe is five invisible tachyon universes and antiuniverses that evoke phenomenon of dark matter, as well as sixteen other invisible universes evoking phenomenon of dark energy. Thus, such a hidden Multiverse contains twenty-two invisible universes, which is consistent with the mathematically analyzed data obtained by the WMAP and Planck spacecraft. In addition, this structure is connected to two other universes that are outside the hidden Multiverse and form, together with the hidden Multiverse, the Hypervoice. And some invisible universes located in the Hypervoice outside the hidden Multiverse, as shown in Fig. 5 could presumably be adjacent to our visible universe. And then they can be discovered and studied by astronomical and geophysical research in portals.

From such a structure of the hidden Multiverse it also follows that in its cosmic antipodes of universes/antiuniverses there are matter/anti-matter, as well as time/anti-time and space/anti-space [93]-[103].

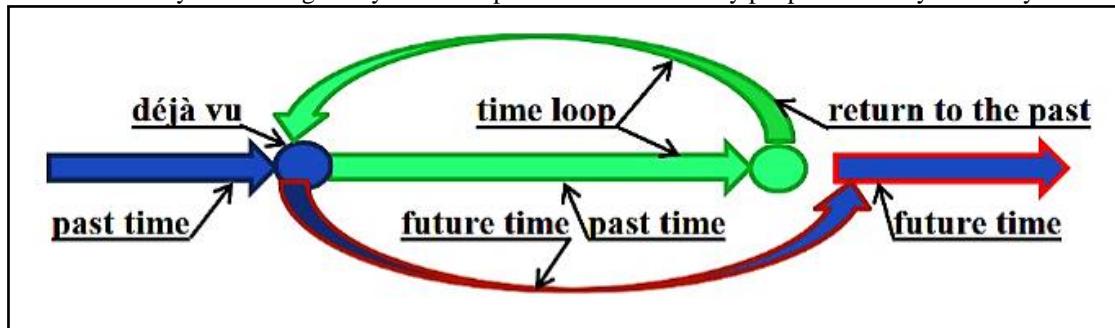
#### 4.5. Deja vu phenomenon

The corrected version of STR allows explaining another unusual phenomenon – déjà vu. It is so unusual that until now only medical scientists have tried to explain it. Translated from the French 'déjà vu', it means 'already seen'. And this term describes an allegedly psycho-emotional phenomenon corresponding to the state of a person in which it seems to him that he had already

been in exactly the same situation. Moreover, psychologists say that up to 97% of all people were in this state at least once in their lives.

And although a large number of hypotheses have been proposed to date to explain the phenomenon of déjà vu, it's all not clear here. As in the phenomena of dark matter and dark energy. And all the déjà vu hypotheses are not very convincing. They do not explain

why almost all people sooner or later find themselves in this state, regardless of place of residence, age, gender and other factors. If it is an infection, how is it spread? Why, in spite of everything, almost all of humanity is infected? And if it is an infection, then why without any consequences and complications? And if not an infection, then why did the phenomenon of déjà vu hit so many people? But why not everyone?



*Fig. 6. Explanation of the 'déjà vu' phenomenon, which is created as a result of the intersection of the time branch 'return to the past' and the time branch 'past time' with the formation of a 'time loop'*

Therefore, we propose another hypothesis - a physical one. Very unusual, but explaining everything. However, explaining in a different way than it is now customary in science to explain, using only the knowledge gained in the past. And we will explain using knowledge that is expected to be obtained in the future. Those suppose that in the future a highly developed human civilization, possessing extremely perfect computers, will be able to calculate any hypothetical situations in its development both in the past and in the future. Let's also assume that the inhabitants of these super-civilizations will be able to travel to their past. Then, the inhabitants of these super-civilizations, traveling into the past and making some changes to it, will be able to correct their future as well (see Fig. 6). And people who are exposed to such an impact, being in a time loop, from some point in time in their past further in the future will live in a different branch of time. And they will forget their previous life in the time loop, as the memories of everything that happened to them from their memory will somehow be erased. So this hypothesis really explains everything.

But a very important circumstance follows from it – the whole life of all people on Earth is currently under the control of aliens from the future and is recorded in the memory of their supercomputers. Therefore, they know everything about us. And they try not to interfere in our lives because it can change their future. And then they will not be able to return to their future to their relatives and friends. Nevertheless, sometimes they still find such situations in the past on their supercomputers, which correct their future in a favorable way, not excluding the possibility of returning to their relatives and friends. And these options are being implemented.

## 5. Conclusion

Thus, the article proves that the version of the special theory of relativity studied in the educational process of all universities - even the most prestigious ones - is incorrect. And the corrected version presented in the article has convincing experimental evidence and al-

lows many inexplicable things to be explained. Therefore, in the existing physics textbooks, the presentation of the special theory of relativity must be corrected.

## Acknowledgments

The author gratefully acknowledges the insights, comments, and assistance of Olga Ilyinichna Antonova.

## Conflict of Interest

Nobody has anything to do with this research.

## References:

1. Einstein A. 1920. Relativity: The Special and General Theory. H. Holt and Company. NY.
2. Bohm D. 2006. The Special Theory of Relativity. Routledge, Abingdon-on-Thames.
3. Penrose R. 2010. The Nature of Space and Time. Princeton University Press. Princeton.
4. Popper K. R. 2002. Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge. Routledge. London.
5. Antonov A. A. 2008. Physical Reality of Resonance on Complex Frequencies. European Journal of Scientific Research. 21(4). 627-641.  
<http://www.eurojournals.com/ejsr.htm>
6. Antonov A. A. 2009. Resonance on Real and Complex Frequencies. European Journal of Scientific Research. 28(2). 193-204.  
<http://www.eurojournals.com/ejsr.htm>
7. Antonov A. A. 2010. New Interpretation of Resonance. International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology. 1(2). 1-12.  
[http://doi.org/10.17686/scd\\_rusnauka\\_2010-888](http://doi.org/10.17686/scd_rusnauka_2010-888)
8. Antonov A. A. 2010. Oscillation processes as a tool of physics cognition. American Journal of Scientific and Industrial Research. 1(2). 342-349. doi:10.5251/ajsir.2010.1.2.342.349
9. Antonov A. A. 2010. Solution of algebraic quadratic equations taking into account transitional processes in oscillation systems. General Mathematics Notes. 1(2). 11-16.  
[http://doi.org/10.17686/scd\\_rusnauka\\_2010-88](http://doi.org/10.17686/scd_rusnauka_2010-88)

10. Antonov A. A. 2013. Physical Reality of Complex Numbers. International Journal of Management, IT and Engineering. 3(4). 219-230.  
[http://doi.org/10.17686/sced\\_rusnauka\\_2013-898](http://doi.org/10.17686/sced_rusnauka_2013-898)
11. Antonov A.A. 2014. Correction of the special theory of relativity: physical reality and nature of imaginary and complex numbers. American Journal of Scientific and Industrial Research. 5(2). 40-52. doi:10.5251/ajsir.2014.5.2.40.52
12. Antonov A. A. (2015. The principle of physical reality of imaginary and complex numbers in modern cosmology: the nature of dark matter and dark energy. Journal of Russian Physical and Chemical Society. 87(1). 328-355. (in Russian).  
[http://doi.org/10.17686/sced\\_rusnauka\\_2015-1119](http://doi.org/10.17686/sced_rusnauka_2015-1119)
13. Antonov A. A. 2015. Physical reality of complex numbers is proved by research of resonance. General Mathematics Notes. 31(2). 34-53.  
[http://www.emis.de/journals/GMN/yahoo\\_site\\_admin/assets/docs/4GMN-9212-V31N2.1293701.pdf](http://www.emis.de/journals/GMN/yahoo_site_admin/assets/docs/4GMN-9212-V31N2.1293701.pdf)
14. Antonov A. A. 2015. Ohm's law explains astrophysical phenomenon of dark matter and dark energy. Global Journal of Physics. 2(2). 145-149.  
[http://gpcpublishing.com/index.php?journal=gjp&page=article&op=view&path%5B%5D=29&path%5B%5D=pd\\_f\\_14](http://gpcpublishing.com/index.php?journal=gjp&page=article&op=view&path%5B%5D=29&path%5B%5D=pd_f_14)
15. Antonov A. A. 2015. Adjustment of the special theory of relativity according to the Ohm's law. American Journal of Electrical and Electronics Engineering. 3(5). 124-129. doi: 10.12691/ajeee-3-5-3
16. Antonov A.A. 2016. Physical Reality and Nature of Imaginary, Complex and Hypercomplex Numbers. General Mathematics Notes. 35(2). 40-63.  
[http://www.geman.in/yahoo\\_site\\_admin/assets/docs/4\\_GMN-10932V35N2.31895146.pdf](http://www.geman.in/yahoo_site_admin/assets/docs/4_GMN-10932V35N2.31895146.pdf)
17. Antonov A.A. 2016. Ohm's Law is the general law of exact sciences. PONTE. 72(7) 131-142. doi: 10.21506/j.ponte.2016.7/9
18. Antonov A.A. 2016. Ohm's Law explains phenomenon of dark matter and dark energy. International Review of Physics. 10(2). 31-35  
<https://www.praiseworthyprize.org/jsm/index.php?journal=irephy&page=article&op=view&path%5B%5D=18615>
19. Antonov A.A. 2016. Ohm's law refutes current version of the special theory of relativity. Journal of Modern Physics. 7. 2299-2313.  
<http://dx.doi.org/10.4236/jmp.2016.716198>
20. Antonov A.A. 2017. The physical reality and essence of imaginary numbers. Norwegian Journal of development of the International Science. 6. 50-63.  
<http://www.njd-iscience.com>
21. Antonov A. A. 2018. Physical Reality and Essence of Imaginary Numbers in Astrophysics: Dark Matter, Dark Energy, Dark Space. Natural Science. 10(1). 11-30. doi:10.4236/ns.2018.101002
22. Antonov A. A. 2019. The special theory of relativity in the 20th century was not and, moreover, could not be created. Journal of the Russian physical and chemical society. 91(1). 57-94. (In Russian)  
<http://www.rusphysics.ru/files/Antonov.91-1.pdf>
23. Antonov A. A. 2020. Albert Einstein was ahead of his time: the existing version of the special theory of relativity was not completed by him due to the lack of experimental data obtained only in the 21st century. Journal of the Russian physical and chemical society. 92(1). 39-72. (in Russian)  
[http://www.rusphysics.ru/files/Antonov\\_Albert\\_92-1.pdf](http://www.rusphysics.ru/files/Antonov_Albert_92-1.pdf)
24. Antonov A. A. 2021. The special theory of relativity presented in physics text-books is incorrect. 77 International scientific conference of Eurasian Scientific Association "Theoretical and practical issues of modern science". Moscow. ESA. 11-15. (in Russian)
25. Antonov A. A. 2021. Version of the special theory of relativity that is studied in all physics textbooks is incorrect. Österreichisches Multiscience Journal (Innsbruck, Austria). 43(1). 17-22. <http://osterr-science.com>
26. Antonov A. A. 2021. Generally accepted version of the special theory of relativity contained in physics textbooks is incorrect. The scientific heritage. (Budapest, Hungary). 73(2). 39-43. DOI: 19.24412/9215-0365-2021-73-2-39-43
27. Antonov A. A. 2021. Special theory of relativity, which is studied in physics textbooks, is incorrect. German International Journal of Modern Science. 16, 49-53. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-16-49-53
28. Antonov A. A. 2021. Special theory of relativity, which is studied in all physics textbooks, is incorrect. Danish Scientific Journal. 51(1). 31-35.  
<http://www.danish-journal.com>
29. Antonov A. A. 2021. Special theory of relativity taught in all physics textbooks is incorrect. Annali d'Italia. 22(1). 39-44. <https://www.anditalia.com/>
30. Antonov A. A. 2021. Special theory of relativity presented in physics textbooks is wrong. Norwegian Journal of development of the International Science 68(1). 3-7. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-68-3-7.
31. Antonov A. A. 2021. In all physics textbooks an erroneous version of special theory of relativity is given. International independent scientific journal. 31. 34-39. <http://www.iis-journal.com>
32. Antonov A. A. 2021. Special theory of relativity taught in physics textbooks is wrong. Journal of science. Lyon. 23. 47-52. <https://www.joslyon.com/>
33. Antonov A. A. 2021. All physics text-books study incorrect special theory of relativity. Sciences of Europe. (Praha, Czech Republic). 79(1). 30-35.  
 DOI: 10/24412/3162-2364-2021-79-30-35
34. Antonov A.A. 2021. Experimental proofs of falsity of the version of the special theory of relativity presented for study in physics textbooks and truth of its alternative version. 80 International scientific conference of Eurasian Scientific Association "Development of science and education in the context of global instability". Moscow. ESA. 8-17. (in Russian) <https://esa-conference.ru/sborniki/?y=2021>
35. Antonov A. A. 2021. The fallacy of the STR version studied in physics textbooks proved experimentally. Österreichisches Multiscience Journal (Innsbruck, Austria). 45(1). 17-26. <http://osterr-science.com>
36. Antonov A. A. 2021. Experimental evidences

- for the fallacy of the STR version in the physics textbooks. European Journal of Applied Sciences. Services for Science and Education. UK. 9(6). 349-364. DOI:10.14738/aivp.96.11304.
37. Antonov A. A. 2021. If the STR version in physics textbooks were true, we would never have heard the music of the piano and the bell ringing, there would be no television, no cellular telephony, no radar or GPS navigation, we would not even be aware of the existence of resonance and Ohm's law as interpreted by Steinmetz, and our children could not swing on the swings. The scientific heritage (Budapest, Hungary). 78(2). 41-50. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-78-2-41-50
38. Antonov A. A. 2021. Experimental refutations of the STR version contained in physics textbooks and confirmations of the truth of its alternative version. German International Journal of Modern Science. 22. 52-61.  
DOI: 10.24412/2701-8369-2021-22-52-61
39. Antonov A. A. 2021. The STR version in physics textbooks must be corrected, because if it were true, there would be no tsunamis or Indian summer in nature, we would be never have heard piano music, engineers would be not have been able to create television, cell phones, GPS trackers, and even children would not be able to swing on swings. Danish Scientific Journal. 54(1). 29-38. <http://www.danish-journal.com>
40. Antonov A. A. 2021. Experimental evidence of the incorrectness of the STR version studied in physics textbooks. Annali d'Italia. 25(1). 32-41.  
<https://www.anditalia.com/>
41. Antonov A. A. 2021. The incorrect-ness of the STR version presented in physics textbooks proven experimentally. Norwegian Journal of development of the International Science 74(1). 3-7. DOI: 10.24412/2453-9875-2021-74-53-62.
42. Antonov A. A. 2021. Experimental refutations of the generally accepted version of the SRT studied in physics textbooks. International independent scientific journal. 34(1). 23-32. <http://www.iis-journal.com>
43. Antonov A. A. 2021. Experimental refutations of the SRT version in the physics textbooks. Journal of science. Lyon. 26(1). 29-37. <https://www.joslyon.com/>
44. Antonov A. A. 2021. Experimental evidences for the fallacy of the STR version in physics textbooks. Sciences of Europe (Praha, Czech Republic). 82(2). 19-28.  
DOI: 10.24412/3162-2364-2021-82-2-19-28
45. Antonov A. A. 2021. The version of the STR stated in physics textbooks is incorrect, since it denies the existence of radio engineering. 82 International Scientific Conference of the Eurasian Scientific Association "Scientific results in theory and practice". Moscow. ESA. 11-15. (in Russian).  
<https://esaconference.ru/sborniki/?y=2021>
46. Antonov A. A. 2022. The version of STR presented in physics textbooks is incorrect, since it follows from it that radio engineering should not exist. European Journal of Applied Sciences. Services for Science and Education. UK. 10(1). 440-445. DOI:<https://doi.org/10.14738/aivp.101.2022>
47. Antonov A. A. 2022. The existence of radio engineering refutes the physics textbooks' version of STR. The scientific heritage. (Budapest, Hungary). 83(1). 19-22. DOI: 10.24412/9215-0365-2022-83-1-19-22
48. Antonov A.A. 2022. The fundamental Ohm's law in radio engineering as interpreted by Steinmetz, which proves the physical reality on imaginary capacitive and inductive reactances, refuted the version of the STR presented in physics textbooks even before its creation. German International Journal of Modern Science. 26. 50-53. DOI: 10.24412/2701-8369-2022-26-50-63
49. Antonov A.A. 2022. The version of STR stated in physics textbooks is refuted by the existence of radio engineering. Danish Scientific Journal. 56. 56-59. <http://www.danish-journal.com>
50. Antonov A.A. 2022. The version of STR presented in physics textbooks is incorrect because it denies the possibility of the existence of Ohm's law as interpreted by Steinmetz and, consequently, the existence of radio engineering. Annali d'Italia. 28(1), 43-47. <https://www.anditalia.com>
51. Antonov A.A. 2022 The version of STR stated in physics textbooks is refuted by the existence of radio engineering. Norwegian Journal of development of the International Science. 78(1). 63-67. DOI: 10.24412/3453-9875-2022-78-63-66.
52. Antonov A.A. 2022. If the physics textbook version of STR were true, then Ohm's law should not exist in nature, and therefore all radio engineering would not exist. International independent scientific journal. 36. 16-19.  
<http://www.iis-journal.com>
53. Antonov A.A. 2022. If the version of STR in physics textbooks were true, then there would be no radar, no television, no radio navigation, no telecommunication and many other things. Journal of science. Lyon. 28. 76-79.  
<https://www.joslyon.com/>
54. Antonov A.A. 2022. The version of STR set out in physics textbooks is incorrect because it states that Ohm's law as interpreted by Steinmetz does not really exist, and therefore radio engineering does not exist either. Sciences of Europe (Praha, Czech Republic). 87(1). 54-57. DOI: 10.24412/3162-2364-2022-1-54-57
55. Antonov A.A. 2022. Why the physics textbooks teach an incorrect version of the special theory of relativity which denies the existence of radio and electrical engineering. Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Challenges and problems of modern science". London. UK. 78-86.  
DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.7486814>
56. Antonov A.A. 2023. Why is the incorrect version of the special theory of relativity still being studied in physics textbooks, despite all its experimental refutations. European Journal of Applied Sciences. Services for Science and Education. UK. 11(2). 61-71. DOI: <https://doi.org/10.14738/aivp.112.1412>
57. Antonov A. A. 2023. Why is the incorrect version of the special theory of relativity, being studied in physics textbooks, refuted by the existence of radio and electrical engineering even before its creation. The scientific heritage (Budapest, Hungary). 105. 83-89. DOI:

- 10.5281/zenodo.7560145.
58. Antonov A. A. 2023. Why is the incorrect version of the special theory of relativity, that denies the possibility of the existence of radio and electrical engineering, being studied in textbooks of physics? German International Journal of Modern Science. 48. 23-29. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7541137>.
59. Antonov A. A. 2023. Who needs the in-correct version of the special theory of relativity taught in physics textbooks despite all its experimental refutations? Annali d'Italia. 39. 64-70 DOI: 10.5281/zenodo.7568916
60. Antonov A. A. 2023. Why is the incorrect version of the special theory of relativity, that denies the possibility of the existence of radio and electrical engineering, being studied in textbooks of physics? Norwegian Journal of development of the International Science. 100. 27-33. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7528512>
61. Antonov A. A. 2023. Why is the incorrect version of special relativity still being studied in physics textbooks, which denies Ohm's law for alternating current used worldwide by millions of radio and electrical engineers? International independent scientific journal. 46. 38-44. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7525751>
62. Antonov A.A. 2023. Why the incorrect version of the special theory of relativity, which denies the possibility of the existence of radio engineering and electrical engineering, has not yet been refuted. Journal of science. Lyon. 40. 19-25. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7704392>
63. Antonov A.A. 2023. Why the incorrect version of special relativity, refuted by the existence of radio and electrical engineering, is still studied in all university physics textbooks. Danish Scientific Journal. 69. 66-71.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.7692053>
64. Antonov A.A. 2023. Why is the generally accepted version of SRT, which denies the possibility of the existence of radio engineering and electrical engineering, tsunamis and bell ringing, the physical phenomenon of resonance and Ohm's physical law for alternating current, music created by the piano and even swing swings on the playground, nevertheless, is still considered correct and studied in physics textbooks? Sciences of Europe (Praha, Czech Republic) 112. 44-50.
65. Antonov A. A. 2020. Comparative Analysis of Existing and Alternative Version of the Special Theory of Relativity. Journal of modern physics. 11(2). 324-342. 2020.
66. Antonov A. A. 2012, Earth, portals, parallel universes. American Journal of Scientific and Industrial Research. 3(6). 464-473.  
doi:10.5251/ajsir.2012.3.6.464.473
67. Antonov A. A. (13 January 2016). How Portals of the Invisible Multiverse Operate. Science PG Frontiers.  
<http://www.sciencepublishing-group.com/news/sciencepgfrontiersinfo?articleid=7>
68. Antonov A. A. 2016. Stargates of the hidden multiverse. Philosophy and cosmology. 6. 11-27.
- <http://ispcj.org/journals/2016-16/An-tonov16.pdf> Publishing House.
69. Chernobrov, V. 2000. Encyclopedia of mysterious places of the Earth. Veche Publishing House. Moscow. (in Russian)
70. Chernobrov, V. 2004. Encyclopedia of mysterious places of Russia. Veche Publishing House. Moscow. (in Russian)
71. Chernobrov, V. 2007. Encyclopedia of mysterious places of the Earth and space. Veche Publishing House. Moscow. (in Russian)
72. Chernobrov, V. 2009. Encyclopedia of mysterious places of Moscow and Moscow region. Publishing House Helios ARV. Moscow. (in Russian)
73. Antonov A. A. 2020. How to See Invisible Universes. Journal of Modern Physics. 11(05), 593-607. DOI: 10.4236/jmp.2020.115039
74. Antonov A. A. 2020. Can invisible universes be seen? International independent scientific journal. 21(2). 51-60. <http://www.iis-journal.com>
75. Antonov A. A. How to discover invisible universes. Norwegian Journal of development of the International Science. 42(1). 36-48. <http://www.njd-iscience.com> (In Russian)
76. Antonov A. A. 2020. Universes Being Invisible on Earth outside the Portals Are Visible in Portals. Natural Science. 12(8). 569-587.  
<https://doi.org/10.4236/ns.2020.128044>
77. Antonov A. A. 2021. Invisible universes can be seen in anomalous zones. International independent scientific journal. 23(1). 28-44. <http://www.iis-journal.com>
78. Antonov A. A. 2020. Invisible universes can be seen in anomalous zones. Danish Scientific Journal. 43(1). 9-24. <http://www.danish-journal.com>
79. Antonov A. A. 2023. Geophysical exploration of portals will provide new knowledge about space. Proceedings of the III International Scientific Conference. "The modern vector of the development of science". Philadelphia. USA. 85-101. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.7709801>
80. Antonov A.A. 2023. Geophysical researches of portals will allow to dis-cover invisible universes and to explore them. European Journal of Applied Sciences. Services for Sciences and education. UK. 11(2). 370-391
81. Antonov A.A. 2023. The necessity of geophysical researches of portals. The scientific heritage. (Budapest, Hungary). 110. 77-90.
82. Antonov A.A. 2023. Geophysical researches of portals will allow to prove the existence of invisible universes and to explore them. German International Journal of Modern Science. 53. 64-78
83. Antonov A.A. 2023. The relevance of geo-physical researches of portals. Danish Scientific Journal. 70. 75-89.
84. Antonov A.A. 2023. Geophysical re-searches of portals will allow to prove the existence of hidden Multiverse and to research it. Annali d'Italia. 42. 71-85.
85. Antonov A.A. 2023. Why geophysical researches of portals are necessary. Norwegian Journal of development of the International Science. 105. 83-96.

86. Antonov A.A. 2023. Geophysical researches of portals will allow to prove the existence of hidden Multiverse and to research it. International independent scientific journal. 49. 23-37.
87. Antonov A.A. 2023. Geophysical researches of portals will allow to discover invisible universes. Journal of science. Lyon. 41. 26-38.
88. Antonov A.A. 2023. Geophysical researches of portals will allow to prove the existence of hidden Multiverse and to research it. Sciences of Europe. (Praha, Czech Republic). 114. 76- 90
89. Hinshaw G., Larson D., Komatsu E., et al. 2013. Nine Year Wilkinson Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Cosmological Parameter Results. arXiv:1213.5226 [astro-ph.CO].
90. Adam R., Ade P.A.R., Aghanim N., et al. 2015. Plank 2015 Results. 1. Overview of Products and Scientific Results. arXiv:1502.01582v2 [astro-ph.CO].
91. Antonov A. A. 2015. Quaternion structure of the hidden Multiverse: ex-planation of dark matter and dark energy. Global Journal of Science Frontier Research A: Physics and Space Science. 15(8). 8-15.  
[https://globaljournals.org/GJSFR\\_Volume15/2-Quaternion-Structure-of-the-Hidden.pdf](https://globaljournals.org/GJSFR_Volume15/2-Quaternion-Structure-of-the-Hidden.pdf)
92. Antonov A. A.(2016. Verifiable Multiverse. Global Journal of Science Frontier Research: A Physics and Space Science. 16(4) 4-12 doi: 10.17406/GJSFR
93. Kantor I. L., Solodovnikov A. S., 1989. Hypercomplex numbers. An elementary introduction to algebras. Springer New York, NY
94. Antonov A. A. 2021. Antimatter, Anti-Space, Anti-Time. Journal of Modern Physics, 12(05), 646-660. DOI: 10.4236/jmp.2021.125042.
95. Antonov A. A. Antimatter, anti-space, anti-time. 2021. 75 international conference of the Eurasian Scientific Association "Strategies for the sustainable development of world science". Moscow. ESA. 1-4. DOI: 10.5281/zenodo.4926585
96. Antonov A. A. 2021. Do antimatter, anti-time and anti-space exist in nature. Annali d'Italia. 20(1). 14-24. <https://www.anditalia.com/>
97. Antonov A. A. 2021. From the alternative version of the SRT it follows that there is not only antimatter, but also anti-space and anti-time. Norwegian Journal of Development of the International Science. 62(1). 41-51. DOI: 10.24412/3453-9875-2021-62-1-41-51
98. Antonov A. A. 2021. Antipodes in space. German International Journal of Modern Science. 11(1). 15-25. DOI: 10.24412/2701-8369-2021-11- 1-15-25
99. Antonov A. A. 2021. There is not only antimatter, but also anti-space and anti-time. Journal of science. Lyon. 21. 22-30. <https://www.joslyon.com/>
100. Antonov A. A. 2021. Where are antimatter, anti-space and anti-time? Österreichisches Multiscience Journal. (Innsbruck, Austria). 40(1). 34-44. <http://osterr-science.com>
101. Antonov A. A. 2021. Do antimatter, anti-time and anti-space exist in nature? Danish Scientific Journal. 48(1). 64-74. <http://www.danish-journal.com>
102. Antonov A. A. 2021. Antipodes in space. International independent scientific journal. 28. 50-61. <http://www.iis-journal.com>
103. Antonov A. A. 2021. How alternative version of SRT explains the existence of antimatter, anti-space and anti-time? The scientific heritage (Budapest, Hungary). 67(1). 11-21. DOI: 10.24412/9215-0365-2021-67-1-11-21

# PSYCHOLOGICAL SCIENCES

## SOCIAL REPRESENTATION OF MASCULINE BEAUTY

**Rusanovschi V.**

*PhD student, assistant lecturer, Free International University of Moldova, Chisinau*

### REPREZENTAREA SOCIALĂ A FRUMUSETII MASCULINE

**Rusanovschi V.**

*doctorandă, lector asistent, Universitatea Liberă Internațională din Moldova, Chișinău*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054698>

#### **Abstract**

The beauty, in a general sense, is a very broad concept related to admiration and pleasure, sensations perceived differently at the individual level and similar, collectively at the social level being influenced by the social environment and the process of internalizing social values and norms. If we consider beauty from the gender perspective, then it is often associated with women – “the beautiful gender”, men have other qualities valued socially according to stereotypes. Accordingly, the masculine beauty is more often associated with athletic physical appearance (“muscular body”), especially in the media space and social platforms, and including also the “masculine” qualities such as strength, power, firmness, self-confidence, initiative, money, business, high social status. The purpose of this study is to establish the fusion of attitudes, perceptions, thoughts of the people participating in the research, manifested through social representations, namely the social representation of masculine beauty.

#### **Rezumat**

Frumusețea, în sens general, este un concept foarte larg legat de admirare și plăcere, senzații percepute diferit la nivel individual și similar, colectiv la nivel social fiind influențate de mediul social și de procesul de interiorizare a valorilor și normelor sociale. Dacă luăm în considerare frumusețea din perspectiva de sex, atunci aceasta este adesea asociată cu femeile – „sexul frumos”, bărbații au alte calități apreciate social după stereotipuri. Respectiv, frumusețea masculină este mai des asociată cu aspectul fizic atletic („corp muscular”), în special în spațiul media și platformele sociale, incluzând și calități „masculin” precum forță, puterea, fermitatea, încrederea în sine, inițiativa, bani, afaceri, statut social ridicat. Scopul acestui studiu este de a stabili totalitatea atitudinilor, percepțiilor, gândurilor persoanelor care participă la cercetare, manifestate prin reprezentări sociale, respectiv reprezentarea socială a frumuseții masculine.

**Keywords:** masculine beauty, social representations, masculinity, power, money, statute.

**Cuvinte cheie:** frumusețe masculină, reprezentări sociale, masculinitate, putere, bani, statut.

Frumusețea masculină deseori este asociată cu aspect fizic atletic („corp cu mușchi dezvoltăți”), mai ales în spațiul mass-media și platformele sociale, barbă ușoară („lumbersexual”) și îndeosebi cu calități „bărbătești” cum ar fi putere, fermitate, încredere în sine, inițiativă, bani, afacere, statut social înalt. Comparativ cu frumusețea feminină, corpului feminin, frumusețea corpului/aspectului fizic bărbătesc de asemenea a fost menționată în opere de artă, nu în egală măsură dar care foarte reprezentativ a arătat rolul bărbatului în societate [8].

Conform unor autori în Grecia Antică, sub influența de cultura Egipteană, frumusețea bărbătească era egală cu tinerețea care poate fi regăsită în sculpturile din acea perioadă („kuoros” – tânăr) [9]. Mai târziu odată cu apariția și dezvoltarea jocurilor olimpice antice, bărbatul frumos era bărbatul cu corp atletic, formă fizică bună, cu păr lung (imaginile lui Zeus, Poseidon) – nuditatea corpului era în vogă. În perioada medievală, fiind influențată de dezvoltarea religiei, o calitate de bază a frumuseții masculine era spiritualitatea. Astfel, sufletul era calitatea de bază – în picturi se regăsește bărbatul pictat în armonie cu universul. Bărbatul era

pictat în centrul cosmosului, iar sufletul era parte a frumuseții lui în ciclul vieții și a planului divin. Asemenea simbolistică se observă în pictura lui Leonardo da Vinci „Omul Vitruvian” care a combinat matematica și arta pentru a reda relația dintre bărbat și natură. După spiritualitate și linii geometrice ideale între natură și bărbat, a venit perioada când principalele calități ale bărbatului frumos era bogăția și puterea. În anii industrializației, mai ales în SUA, se considerau frumoși bărbații cu talie largă, burtă mare ce demonstra că el are statut economic înalt și poate să-și permită lux și hrană bună. Odată cu apariția televiziunii aspectul fizic frumos al bărbatului era măsurat prin vedetele ce apar pe ecran, în special cele din domeniul muzical. Anii '70-'80 au fost marcați ca perioada *bodybuilder*-urilor – bărbați cu mușchi mari, corp sculptat, bronzat. În anii '90-2000 standardele s-au schimbat puțin oricum corpul atletic a rămas a fi etalon de frumusețe adăugându-se deja aspecte de coafură, vestimentație [5]. În prezent, considerăm că sub influența particularităților socio-culturale, a tradițiilor din mass-media și rețelele de socializare bărbații cu corp atletic se consideră a fi bărbați frumoși, și pe lângă aceasta procesul de internaționalizare a dus la

ceea ca femeile în primul rând să aprecieze ca frumoși bărbații turci, sau cei blonzi cu ochi albaștri și cu corp îngrijit, precum și bărbații emoționali precum italienii sau georgienii.

În general aspectul fizic este mai mult o preocupare feminină. Conform mai multor autori care au studiat evaluarea corpului în dependență de gen susțin că bărbații sunt mai satisfăcuți cu corpul lor decât femeile. Într-o cercetare experimentală aplicată pe un eșantion de 197 de subiecți, bărbați și femei, cercetătorii au prezentat pliante cu diferite tipuri de figuri (în dependență de sex). Una din sarcini pentru respondenți era ca aceștia să aleagă tipul figurii care îi reprezintă figura reală a acestora. Astfel, conform rezultatelor obținute bărbații au ales tipuri de figuri mai suple, atletice decât figurile lor de fapt ceea ce indică la imaginea pozitivă a figurii sale (femeile și-au subapreciat figurile indicând la tipuri mai voluminoase decât figurile lor de fapt). Autorii de asemenea au menționat că preocuparea cu frumusețea fizică este proprie femeilor mai mult decât bărbaților (mai ales în societatea occidentală) ca parte a rolului de gen al femeii, ceea ce impune presiune mai mare asupra femeilor de a avea un aspect fizic „frumos” [11]. În schimb bărbații sunt preocupăți mai mult de trăsături de personalitate, calități morale precum inteligența înaltă, încredere în sine, independență și focusare pe sine [6].

Frumusețea masculină la momentul dat este o tematică nouă în lumea științifică. În ultimul timp cercetătorii în domeniul de interes operează cu termenul de „masculinitate toxică” care are ca principiu (unul din mai multe) să nu se axeze pe imaginea corporală sau frumusețe – aceste fiind atribuite ce aparțin doar femeii. Masculinitatea toxică este un concept socio-cultural asociat cu bărbație ce include un set de comportamente, calități stereotipice precum stoicismul, puterea, dominare, agresiune fizică, evitare de emoții, șovinism [10]. Desigur aceste calități impun o presiune destul de mare asupra bărbaților care interiorizează emoțiile și justifică comportamentul agresiv.

La etapa actuală, în Republica Moldova încă mai persistă imaginea unui bărbat frumos influențat de stereotipurile unei societăți patriarhale chiar dacă se observă că rolurile sociale ale bărbatului și femeii sunt confuze. În această ordine de idei am decis de asemenea, pe lângă frumusețea feminină să studiem și reprezentarea socială a frumuseții masculine, structura acesteia în rândul populației moldovenești.

Am ales cercetarea reprezentării sociale, fiindcă în general reprezentările sociale sunt modalități particulare de percepere a realității, interpretarea mediului inconjurător în relație cu cunoștințe, experiențe, sistem

de valori [4]. Ele sunt ca o imagine, simbol a realității percepute de individ, care deseori este încărcată cu sens (sensuri) [3]. Conceptul de reprezentare socială are deja o istorie de un secol, și până astăzi avem o varietate de cercetări empirice, unde sunt dezvoltate metodele de culegere a conținutului a reprezentărilor sociale, determinarea organizării, structurii reprezentărilor sociale, și anume nucleul central și elementele periferice ale acestora, de a verifica sensibilitatea elementelor centrale ale reprezentării [7].

#### **Metode de cercetare experimentală**

În cercetarea de față am ales metoda evocării libere și analiza prototipică a reprezentărilor sociale, pentru a determina conținutul, câmpul reprezentării sociale a frumuseții masculine de Abric J.C. și P. Verges. Metoda constă în generarea a unui număr anumit de evocări, asociere cu privire la termenul inductor (propus de cercetător) care poate fi un cuvânt sau expresie; după evocarea liberă, urmează ierarhizarea asociierilor generate de subiecți de la cel mai important până la mai puțin important, și ulterior conform metodei distribuirea, aranjarea elementelor conform rangului de frecvență și importanță [1].

Eșantionul cercetării a fost format din 300 de persoane, de ambele sex, reprezentanți cu diferite ocupării, nivel diferit de studii, nivel diferit de venit, cu vârstă cuprinsă între 18-60 ani. Respondenții vizuați au primit sarcina de bază divizată în 2 puncte: „A. Care sunt primele cinci cuvinte care vă trece prin minte atunci când gândiți la frumusețea masculină?” și „B. Gândiți-vă în continuare la „Frumusețea masculină” și așezați expresiile de mai sus în ordinea importanței: de la cel mai important la cel mai puțin important. Este suficient să treceți în spațiul punctat numărul enunțului de la sarcina de mai sus..”

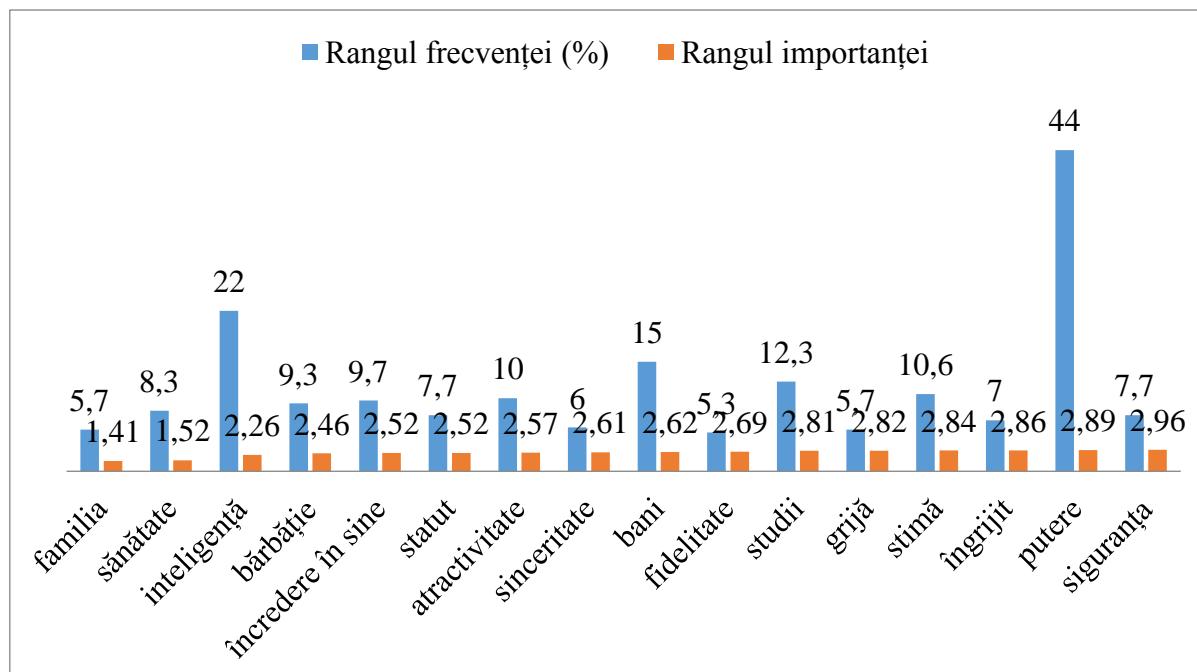
#### **Rezultate și discuții**

Rezultatele obținute de la eșantionul cercetat în cadrul lucrării de 300 subiecți reflectă următoarele date: subiecții au generat 109 termeni asociativi evocați de 1295 de ori. Având în vedere că reprezentarea socială a frumuseții masculine este aplicată pe același eșantion, respectiv pragul minim pentru conturarea câmpului reprezentativ al frumuseții masculine este stabilit la 5%, adică 15 evocați. În acest sens am obținut 27 termeni asociativi ce formează câmpul reprezentării sociale a frumuseții masculine: *putere, corp mușchios (tors/„pres”, mușchi), inteligență, bani, studii, stimă, atraktivitate, încredere în sine, ochi, bărbație, sport, sănătate, mașina, barbă, siguranță, statut, zâmbet, îngrijit, costum (cravată), suport, mâini, curaj, sinceritate, stilat, familia, grijă, fidelizeitate*.

Tabelul 1.

**Câmpul reprezentării sociale a „frumuseții masculine”**

	Termeni asociativi	Frecvența		Rangul apariției	Importanța	Rangul importanței
		nr.	%			
1	<b>putere</b>	<b>132</b>	44	1	<b>2,89</b>	14
2	<b>corp mușchios (tors/„pres”, mușchi)</b>	84	28	2	3,49	22
3	<b>inteligentă</b>	<b>66</b>	22	3	<b>2,26</b>	3
4	<b>bani</b>	<b>45</b>	15	4	<b>2,62</b>	8
5	studii	37	12,3	5	<b>2,81</b>	10
6	stimă/respect	32	10,6	6	<b>2,84</b>	12
7	atractivitate	30	10	7	<b>2,57</b>	6
8	încredere în sine	29	9,7	8	<b>2,52</b>	5
9	ochi	29	9,7	8	3,59	24
1	bărbătie	28	9,3	9	<b>2,46</b>	4
1	sport	27	9	10	3,33	20
1	sănătate	25	8,3	11	<b>1,52</b>	2
1	mașina	25	8,3	11	3,44	21
1	barbă	23	7,7	12	3,17	17
1	siguranța	23	7,7	12	<b>2,96</b>	15
1	statut	23	7,7	12	<b>2,52</b>	5
1	zâmbet	22	7,3	13	3,27	18
1	îngrijit	21	7	14	<b>2,86</b>	13
1	costum/cravată	20	6,7	15	3,15	16
2	suport	20	6,7	15	3,30	19
2	mâini	19	6,3	16	3,74	25
2	curaj	18	6	17	3,56	23
2	sinceritate	18	6	17	<b>2,61</b>	7
2	stilat	18	6	17	3,94	26
2	familie	17	5,7	18	<b>1,41</b>	1
2	grijă	17	5,7	18	<b>2,82</b>	11
2	fidelitate	16	5,3	19	<b>2,69</b>	9

Fig. 1 Termeni asociativi ai reprezentării sociale „frumusețe masculină” cu rang înalt al importanței ( $M < 3.00$ )

Termenii asociativi – candidați în includerea în cadrul nodului central au fost filtrați prin pragul minim de 15% din numărul respondenților – N=45. Acești termeni sunt: *putere, corp mușchios, inteligență și bani*. 60% din termenii asociativi au rang înalt al importanței, fiind poziționați pe primele locuri în ierarhia asociativă oferită de subiecți, cu alte cuvinte avem 16 termeni asociativi cu rang înalt al frecvenței: „familie” (5,7%, M=1,41), „sănătate” (8,3%, M=1,52), „inteligență” (22%, M=2,26), „bărbătie” (9,3%, M=2,46), „încredere

în sine” (9,7%, M=2,52), „statut” (7,7%, M=2,52), „attractivitate” (10%, M=2,57), „sinceritate” (6%, M=2,61), „bani” (15%, M=2,62), „fidelitate” (5,3%, M=2,69), „studii” (12,3%, M=2,81), „grijă” (5,7%, M=2,82), „stimă” (10,6%, M=2,84), „îngrijit” (7%, M=2,86), „putere” (44%, M=2,89), „siguranță” (7,7%, M=2,96). Evident, după cum observăm acești 16 termeni au rang diferit al frecvenței, cei cu frecvență înaltă pot fi inclusi în nodul central al reprezentării iar cei cu frecvență joasă vor fi categorizați ca având statut ambiguu.

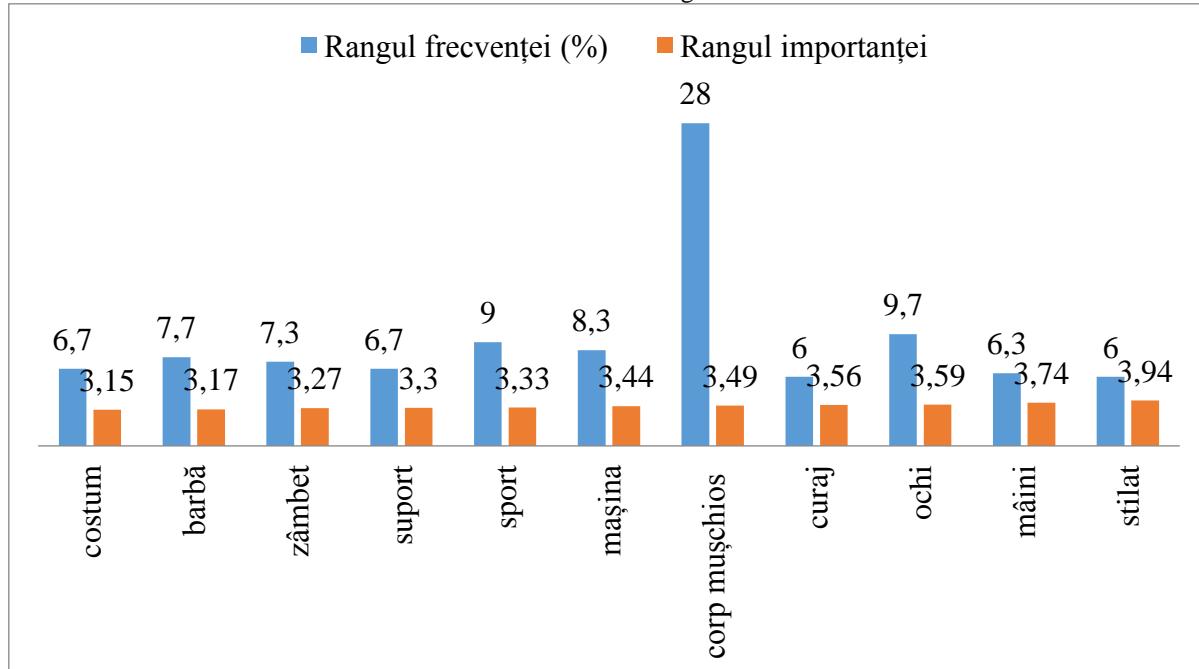


Fig. 2.

Termeni asociativi ai reprezentării sociale „frumusețe masculină” cu rang scăzut al importanței ( $M \geq 3.00$ )

Celelalte 40% din termenii asociativi cuprinși în câmpul reprezentării sociale a frumuseții masculine, au rang scăzut al importanței (11 termeni asociativi), și aceștia sunt: „costum” (6,7%, M=3,15), „barbă” (7,7%, M=3,17), „zâmbet” (7,3%, M=3,27), „suport” (6,7%, M=3,3), „sport” (9%, M=3,33), „mașină” (8,3%,

M=3,44), „corp mușchios” (28%, M=3,49), „curaj” (6%, M=3,56), „ochi” (9,7%, M=3,59), „mâini” (6,3%, M=3,74), „stilat” (6%, M=3,94). Termenii asociativi menționați aici pot fi distribuiți printre termenii asociativi cu statut ambiguu și zona periferică a reprezentării sociale a frumuseții masculine.

Tabelul 2.

#### Structurarea elementelor reprezentării sociale a „frumuseții masculine”

	Rang înalt al importanței (elemente plasate pe primele locuri ale lanțului asociativ - $M < 3$ )	Rang scăzut al importanței (elemente plasate pe următoarele locuri ale lanțului asociativ - $M > 3$ )
Frecvență ridicată (mai mare de 15%)	<b>putere, inteligență, bani</b> (elemente centrale)	<b>corp mușchios</b> (statut ambiguu)
Frecvență scăzută (mai mică de 15%)	studii, stimă, atraktivitate, încredere în sine, bărbătie, sănătate, siguranță, statut, îngrijit, sinceritate, familie, grijă, fideliitate (statut ambiguu)	ochi, sport, mașină, barbă, zâmbet, costum, suport, mâini, curaj, stilat (elemente periferice)

Conform tabelului afișat mai sus avem următoarea structură a reprezentării sociale a frumuseții masculine: *nucleul central* include trei asociații – „putere”, „inteligentă” și „bani” – care sunt determinate de rang înalt al frecvenței și rang înalt al importanței.

*Zona periferică* include elemente cu rang scăzut al frecvenței și rang scăzut al importanței, acestea includ următorii zece termeni asociativi: „ochi”, „sport”, „mașină”, „barbă”, „zâmbet”, „costum”, „suport”, „mâini”, „curaj”, „stilat”.

De asemenea avem o serie de asociații cu statut ambiguu cum ar fi termenii cu frecvență scăzută dar cu rang înalt al importanței precum „studii”, „stimă”, „atractivitate”, „încredere în sine”, „bărbătie”, „sănătate”, „siguranță”, „statut”, „îngrijit”, „sinceritate”, „familie”, „grijă”, „fidelitate”. Și o asociație cu frecvență ridicată dar cu rangul scăzut al importanței precum „corp mușchios”.

### Concluzii

În cazul reprezentării sociale a frumuseții masculine de asemenea poate fi categorisit după *trăsături psiho-sociale* de obicei atribuite bărbatului: putere, bărbătie, barbă, bani, statut, curaj, încredere în sine; *aspect fizic* – corp mușchios, ochi, zâmbet, sănătate, îngrijit, mâini; *trăsături individuale interrelationale*: grijă, suport, stimă, atracție, siguranță, sinceritate, fidelitate; *dezvoltare personală*: inteligentă, studii, sport; *attribute*: costum, stilat, mașină.

Nucleul central al reprezentării sociale a frumuseții masculine include 3 elemente – putere, inteligentă, bani care determină într-un fel rolul social al bărbatului din timpuri străvechi: bani – bărbatul asigură bunăstarea familiei, putere – un bărbat puternic poate să-și apere familia. De asemenea, observăm în zona elementelor cu statut ambiguu aşa elemente precum încredere în sine, bărbătie, siguranță, statut, fidelitate – sunt elemente ce descriu modelul unui bărbat „ideal” din mass-media la care râvnesc multe dintre femeile noastre.

La momentul dat, subiecții apreciază la bărbat prezența mașinii, preocuparea cu sportul. Bărbatul frumos este bărbatul stilat în costum și cu barbă, cu zâmbetul pe buze. El trebuie numai decât să aibă curajul să privească în ochi. Toate acestea sunt posibile când bărbatul are bani, este puternic și intelligent – trei piloni de bază ce determină frumusețea masculină.

Este de menționat faptul, că elementele reprezentării sociale a frumuseții masculine sunt foarte simple și foarte vii, descriptive, determinate de adjective, de calități, abilități, posesiuni – citindu-le imediat vin imagini în minte cu bărbatul ce detine calitățile din cadrul structurii reprezentării. Presupunem că conținutul reprezentării sociale ale frumuseții masculine este condiționat de faptul că frumusețea masculină ca atare

nu este o temă de interes în societate – de aceea elementele reprezentării conțin atât de mult simbolism ce vine încă din secolele trecute. În această ordine de idei, considerăm oportun să încheiem articolul cu aforismul autorului moldovean Grigore Vieru: „Găsim în femeie puterea frumuseții, iar în bărbat frumusețea puterii...” [2].

### Referințe bibliografice:

1. Abric J.-C. Reprezentările sociale: aspecte teoretice. In: A. Neculau (ed.), Psihologia câmpului social: reprezentările sociale, Iași: Polirom, 1997, p. 102-127
2. Bărbăti și frumusețe. <http://subiecte.citatepedia.ro/despre.php?s=b%E3rba%FEi%2Cfrumuse%FEe>
3. Curelaru M. Reprezentările sociale. Teorie și metode. Iași: Eorta, 2001.
4. Doise W. Reprezentările sociale: definiția unui concept. In: A. Neculau, (ed.), Psihologia câmpului social: reprezentările sociale, Iași: Polirom, 1997, p. 76-84
5. How the ‘ideal’ male body has changed throughout history. Timeline showing how the ideal male body has changed from 800bc up until 2010s. 17 January 2023. <https://www.chemist-click.co.uk/news/how-the-ideal-male-body-has-changed-throughout-history>
6. In-Depth: Looking Into Modern-Day Male Beauty Standards. Jasmine McGhee, December 10, 2021.<https://westminsterpawprints.com/features/2021/12/10/in-depth-looking-into-modern-day-male-beauty-standards/>
7. Rusnac Sv., Bâtcă L., Khory J., Melentieva A., Melentieva A., Musienco N., Strogotean S., Zmuncila L, Psihologia socială în secolul XXI: provocări, tendințe, perspective. Chișinău: ULIM, 2017. p. 6-31
8. Standarde de frumusete ale barbatilor din întreaga lume. <https://www.diane.ro/2015/03/standarde-de-frumusete-ale-barbatilor.html?m=1>
9. The Ideal Man: Male Beauty Standards Through History <https://www.thecollector.com/idealized-man-male-beauty-standards-through-history/>
10. Toxic masculinity – definition. <https://languages.oup.com/google-dictionary-en>
11. Voges Mona M., Giabbiconi Claire-Marie, Schöne Benjamin, Waldorf Manuel, Hartmann Andrea S. and Vocks Silja. Gender Differences in Body Evaluation: Do Men Show More Self-Serving Double Standards Than Women? In: Front. Psychol., 12 March 2019, Sec. Eating Behavior, Volume 10 – 2019.<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00544>

**INFORMATION SOCIETY AND INFORMATION SECURITY IN THE REPUBLIC OF SERBIA FOR  
2021-2026****Vida Vilić***Assistant Director for Legal Affairs Clinic of Dentistry Niš, 52 Zoran Đindić Boulevard, Niš, Serbia*<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054728>**Abstract**

Cyberspace offers countless opportunities for economic development, social interaction and political cooperation, but also provides tools for illegal surveillance, personal data collection, influencing democratic processes, committing crimes and exchanging numerous ways and methods of warfare, which make cybercrime the most widespread form of transnational crime. Given that the aspiration and officially declared national strategic goal of the Republic of Serbia is to become a member state of the European Union, Serbia should resolve "all cyber issues" in accordance with the EU framework. This paper provides an overview of the Strategy for Information Society Development and Information Security in the Republic of Serbia for 2021-2026. This paper focuses on the provisions of the Strategy and the plans that Serbian stakeholders have for the development and protection of information systems in Serbia in all segments, as well as in the systems of special importance for the state. Special attention was given to the development of functional electronic systems in all areas of a public life, as well as to the definition of goals and desired changes that need to be implemented in Serbian legislation in the period 2021-2026.

**Keywords:** Information society, information security, digitalization, system of special importance

### 1. Introduction

The widespread use of information technology worldwide and in Serbia, in particular, is prone to a further intensive development. Information security is a crucial part of the cyber security, which refers exclusively to the processes and tools designed and deployed for data security, and for the protection of personal and professional information from modification, disruption, destruction, and inspection. The intention is to protect sensitive information from unauthorised activities through information security, and especially from possible theft of private information, data tampering, and data deletion.

Given that the Republic of Serbia is still at a relatively early stage of development of its comprehensive national framework governing cyber security, it is necessary to point out the existing legal framework, especially through the prism of relevant legal documents and through the importance of the recently adopted Strategy for Information Society Development and Information Security in the Republic of Serbia for 2021-2026.

### 2. Information security in cyberspace in Serbian legislation

In Europe, the fight against cybercrime began during the 90's and it was primarily based on relevant international documents. Since then, many countries have changed, modernised and coordinated their national criminal legislation, according to the documents that have been adopted at the international level [1].

The Republic of Serbia signed and ratified the Council of Europe Convention on Cybercrime no.185 of 2001 and the Additional Protocol to the Convention on Cybercrime concerning the criminalization of acts of a racist and xenophobic nature committed through computer systems on April 7, 2005 in Helsinki, as a member of the State Union of Serbia and Montenegro

(at that time), and the National Assembly of the Republic of Serbia ratified both documents in 2009 [2-3]. These documents represent the first international documents regulating the substantive, procedural, organisational and international framework for criminal offences committed via the Internet and computer networks.

At the national level, Serbia passed in 2016 the Law on Information Security of the Republic of Serbia [4] which deals with the security of ICT systems and the ICT systems of special importance. Regarding the regulations governing access to information security, risk analysis is mentioned in the Decree concerning a closer regulation of measures for the protection of ICT systems of special importance [5] but this Decree does not clearly define who is responsible for conducting a risk assessment and how comprehensive that assessment should be.

### 3. Information security in Strategies for information society and information security development in the Republic of Serbia until 2021

The importance of information society development was recognized in the Republic of Serbia more than a decade ago, when the first Strategy for Information Society Development in the Republic of Serbia until 2020 [6] was adopted. This Strategy was covering all priority areas that contribute to the information society development: electronic communications, governance, e-health and e-justice, ICT in education, science and culture, e-commerce, ICT business sector, information security. Information security, which was covered as one of the topics in this Strategy, has become extremely important in the previous period, since the use of new technologies has increased the risks that arise as a result.

The Strategy of Information Society Development adopted in 2010 aimed at developing the information

society and the exploitation the potential of information and communication technologies, in order to increase work efficiency, economic growth, and a higher employment rate and to raise the quality of life for all citizens of the Republic of Serbia. One of the goals was also to build and support an open, accessible and high-quality Internet access and, thus, to develop e-business, including: e-government, e-commerce, e-justice, e-health and e-education.

In 2017 the Government of the Republic of Serbia adopted the Strategy of Information Security Development for the period from 2017 to 2020 [7] which defined the principles of information security, priority areas and strategic goals related to the security of citizens, economy and state. This document is cross-sectoral and relevant for its development as strategic document in the field of new generation networks, digital skills, artificial intelligence, industrial policy development, smart specialisations, tourism, culture, agriculture, justice, high-tech crime, as well as regulations regarding electronic documents, electronic identification and trust services, information security and e-government, and children safety on the Internet.

The Strategy of Information Security Development adopted in 2017 aimed at developing and improving the information security in the Republic of Serbia and maintaining it at an adequate level by raising the level of security of information and communication systems, combating cybercrime and improving the information security of national importance.

#### 4. The Strategy for Information Society Development and Information Security in the Republic of Serbia for 2021-2026

The Strategy for Information Society Development and Information Security in the Republic of Serbia for 2021-2026 [8] (hereafter: the Strategy) is also a cross-sectoral strategy which determines the goals and measures for the development of the information society and information security. The Strategy consists of nine areas of interest: description of the current situation, vision and desired changes, general and specific objectives, a mechanism for implementing the Strategy and method of reporting on implementation results as well as description of the negotiation with stakeholders during the writing of the Strategy, assessment of financial resources and analysis of financial effects, action plan for the implementation of the Strategy in the Republic of Serbia for the period from 2021 to 2026, the final part and the Action Plan for the period from 2021 to 2023.

Within the description of the current situation in the Republic of Serbia, the Strategy referred to the previously adopted two strategies and their implementation, but also describes the use of ICT in Serbia and the acquisition of e-skills. Special attention is given to the creation of services such as e-government, e-justice, e-education, e-health, e-culture, e-business, e-commerce, e-tourism, e-construction, e-agriculture, e-mining and e-energy. The principles of information security in general are also highlighted, with special emphasis on the information security of citizens, the economy sector and systems of special importance.

The Strategy has its general goal, which is achieved through three specific goals. The general goal of the Strategy is to develop an information society and electronic administration in the service of citizens and the economy, and to improve the information security of citizens, public administration and the economy. Special goals are the improvement of digital knowledge and skills of citizens, raising the capacity of public and private sector employees to use new technologies and the improvement of digital infrastructure in educational institutions, digitization of services and business in both public and private sector and the improvement of information security of citizens, public administration and the economy.

The use of ICT has become an integral part of every citizen, member of public administration and the economy sector, and it greatly affects everyday life, as well as the economy and the entire business sector. In that sense, it is necessary to adapt to the changes that the use of ICT brings and to focus on maximising the benefits that it allows us.

The basic changes that are to be achieved are:

- 1) The existence of a digitalized public administration that will efficiently and transparently provide services to citizens and the economy;
- 2) Higher level of digital skills for all citizens who can freely use ICT, both for everyday life and for communication with public administration;
- 3) Transformation of the economy, through the implementation of digitalization, in order to support the application of information technology for the purpose of modernising business in all industries;
- 4) The existence of an information and security environment with a sufficient level of risk awareness but also the benefits that new technologies provide to citizens, public administration and the economy.

The Strategy is focused on the development of public administration (e-government), especially through the sectors related to (1) e-justice, e-education, e-health and e-culture; (2) e-business, e-commerce and e-tourism; (3) e-construction, e-agriculture; (4) e-mining and e-energy; (5) ICT sector, but also through the information security of citizens, economic entities and ICT systems of special importance.

Much attention in the Strategy has been paid to the development of the eGovernment portal, which provides numerous services by several different institutions: (1) The Office of Information Technology and e-Government (applications like: *Bebo dobrodošla na svet, Lokalna poreska administracija, Producenje registracije vozila na ovlašćenim tehničkim pregledima, Prijava boravišta stranca, Zahtev za izdavanje uverenja o (ne)kažnjavanju etc.*); (2) The Ministry of the Interior Affairs (applications like: *eZakazivanje, Zamena isprava o oružju/predaja oružja etc.*); (3) The Ministry of Education, Science and Technological Development (applications like: *eDnevnik, eUpis*); (3) (es-Dnevnik, eUpis - Electronic enrolment of student champions); (4) The Republic Health Insurance Fund (request for health issuance, request for a medicinal products for human use for which the Agency has issued a marketing authorization, request for a medicinal products for veterinary use for which the Agency has

issued a marketing authorization for medicine, request for a medical devices); (5) The Agency for Medicinal Products and Medical Devices of Serbia (like search of drugs for use in human medicine, search of certificates of drugs for use in veterinary medicine, open data on approved clinical trials, open data on generic names of medical devices etc.); (6) The e-Birth Registers (for cities of Loznica, Valjevo, Sremska Mitrovica and Niš). In order to further develop these services, the Strategy stated that the key challenge for the successful digital transformation of public administration in the Republic of Serbia is the foundations that will enable the implementation of planned measures in all segments of public administration which would enable efficient and co-ordinated functioning of the system.

The importance of e-justice is also recognized by the Justice Development Strategy for the period 2020-2025. [9] through the specific goal "Development of e-Justice", which provides plans for further improvement of e-services within the judiciary and legal system, which would provide access to justice, increase the quality of proceedings and decision-making, efficient case management, statistical monitoring and reporting on the work of court and the transparency of the work of judicial bodies. The strategy also states that the application of modern ICT, standardised software and centralised case management systems in courts and prosecutors' offices is necessary in order to realise some of the key principles of an effective judiciary system: independence, impartiality, accountability, expertise, efficiency and transparency. Therefore, the continuous development of the e-justice system is necessary, as a mechanism that contributes to the achievement of all strategic goals. The Judicial Information System was launched at the end of 2017, which enabled the electronic exchange of data between judicial bodies and courts, judicial professions and other state institutions. Through the judicial information system, all courts, public prosecutor's offices, public notaries and bailiffs can electronically check data from various registers and records kept by the competent institutions.

When it comes to the e-education, the fact that the Ministry of Education, Science and Technological Development has a Sector for Digitization in Education and Science speaks of the importance of digitalization, mainly through the use of electronic education systems in high schools and the establishment of 10,000 digital classrooms in Serbia.

One of the main priorities of the Government is the digitalization of the health care system, since this system is recognized as one of the most complex and important systems, especially during the COVID 19 pandemic. The past period provided health institutions with possibilities like e-medical prescription, e-radiology, e-portal for the patients, electronic health card, e-platform for telephone consultations with doctors etc.

Through digitalization in culture sector, the process of digitalization of cultural heritage should be systematically regulated and the resources of cultural institutions for the implementation of this process should be strengthened. Special attention will be paid to the digitization of archives and the creation of e-archives,

improving the work of unique software solutions in culture like the protection of cultural property, but also in the field of contemporary art.

The legislative framework governing e-commerce consists of three different legal documents: the Commerce Act [10], the E-Commerce Act [11] and the Consumer Protection Act [12]. The new Commerce Act was passed in 2019, and it regulates electronic commerce in the Republic of Serbia. This Act introduces for the first time the terms "electronic store" and "online platform", as well as the business model of sales "dropshipping". A significant legal novelty refers to the introduction of the "mystery shopper" institute, which authorizes the inspector to make a covert purchase in case of reasonable suspicion that the trade is unregistered, and thus provide evidence for this criminal act.

Concerning e-tourism, the Tourism Development Strategy of the Republic of Serbia for the period 2016 to 2025 [13] was adopted in 2016 and, within the analysis of the current situation, stated that during the implementation of the previous Strategy failed in insufficient use of opportunities and benefits of information and communication technologies, Internet, social networks and platforms for the promotion of the tourist offer of the Republic of Serbia, as well as platforms for the development of new small and medium enterprises and their services. Accordingly, the objectives of the Tourism Development Strategy are: to improve and harmonise the methodology and procedures for the collection and processing of statistical data with international standards and practices. It is assumed that the realisation of these activities will result in achieving the digitalization of tourism and hospitality by introducing modern technologies in both businesses and the public sector.

When it comes to the field of e-construction, in the previous period a big progress was made in the area of electronic building permits. The introduction of an electronic system for issuing the construction permits represents one of the most important reform challenges. The key effects of establishing software for issuing electronic building permits are: faster and cheaper obtaining permits and conducting all permit procedures in one place. It is necessary to further improve the software that will enable faster and easier issuance of e-documents for construction by introducing new functionalities and upgrading the existing ones, based on the expressed needs of system users and analysis of issuing e-documents.

The Strategy for the Development of Agriculture and Rural Development of the Republic of Serbia for the period 2014-2024. [14], as one of the activities promulgate the development of all types of analytical information systems for agricultural support, including the missing parts of agricultural statistics, public reporting and forecasting systems, market information, registers, etc.

Digitization programs are also planned for the e-mining and e-energy sectors.

5. Information security in the Strategy for Information Society Development and Information Security in the Republic of Serbia for 2021-2026

With the development of new technologies and services that are increasingly provided electronically, there is a growing need to raise the level of information security. The concept of information security in the Strategy is primarily focused on information security of ICT systems of special importance, but it is also an important segment for both citizens and the economy, and awareness of its importance is growing. However, the risks of information security exist both on the side of the state and the ICT system of special importance, and on the side of citizens and the economy who are the first to be hit by high-tech crime.

When it comes to information security of citizens, the Strategy unequivocally links digital competencies and information security and the need to raise awareness and knowledge about them. Special attention is on information security of children, in terms of implementing protective measures through the activities of the National Contact Centre for Child Safety on the Internet, which aims to prevent and to raise awareness and knowledge about the benefits and risks of using the Internet and safe use of the Internet.

Considering the information security of the economy, it was stated that there is a significant space for improvement, and that measures should be focused on small and medium enterprises in the area of employee capacity, or in raising awareness meaning that the information security must be a part of everyone's business, regardless of the size of the company or the activity of work, and for the prevention and protection in case of incidents.

Information security of information systems that are recognized as ICT systems of special importance, and which must therefore be adequately protected, requires, in accordance with the Strategy, the application of technical, organisational and personnel measures, as well as other legal obligations related to incident reporting, submission of statistical data, regular audit of ICT systems, etc. These challenges also exist in ICT systems of special importance, which belong to the group of ICT systems that perform activities of general interest and mostly belong to a private sector (finance, energy, telecommunications, etc.), but are certainly less as the risks of incidents in these systems can have consequences, both financial and those related to the providing of services to a larger population, so the awareness of these systems is at a higher level and have a greater support from management in the application of protection measures.

## 6. Conclusion

By adopting the Law on Information Security with all related bylaws, as well as by adopting the national Strategy for Information Security Development and the accompanying Action Plan, the Republic of Serbia has certainly made progress towards establishing a comprehensive cyber security framework. It is now necessary to review the existing normative framework, in terms of eliminating all currently existing inconsistencies and shortcomings, as well as to truly understand the benefits of full harmonisation with existing principles,

standards and practices, primarily within the European Union.

Given the many opportunities and possibilities which are open to the Republic of Serbia regarding the establishment and strengthening of the national framework for cyber security through the use of membership and engagement in and with various regional and international organisations, as well as to their relatively low utilisation, implementation should be considered through awareness-raising programs and campaigns, through the establishment of more efficient mechanisms for informing stakeholders about opportunities and by providing support and guidance for applying and using these opportunities for capacity building and / or establishing channels of international cooperation with colleagues around the world. [15]

## References:

1. V. Vilić, "Legal framework for fighting cyber-crime and criminal activities on social networks: the example of former Yugoslavia", *Contemporary Issues in International Relations: Problems of the International Community*, Cambridge Scholars Publishing, 2020, pp. 90-130.
2. Zakon o potvrđivanju Konvencije o visokoteknološkom kriminalu, Službeni glasnik RS 19/2009
3. Zakon o potvrđivanju Dodatnog protokola uz Konvenciju o visokoteknološkom kriminalu koji se odnosi na inkriminaciju dela rasističke i ksenofobične prirode izvršenih preko računarskih sistema, Službeni glasnik RS 19/2009
4. Zakon o informacionoj bezbednosti Republike Srbije, Službeni glasnik RS 6/2016, 94/2017, 77/2019
5. Uredba o bližem uređenju mera zaštite informacionokomunikacionih sistema od posebnog značaja, Službeni glasnik RS 94/2016
6. Strategija razvoja informacionog društva u Republici Srbiji do 2020. godine, Službeni glasnik RS 51/10
7. Strategija razvoja informacione bezbednosti za period od 2017. do 2020. godine, Službeni glasnik RS 53/17
8. Strategija razvoja informacionog društva i informacione bezbednosti u Republici Srbiji za period od 2021. do 2026. godine, Službeni glasnik RS 86/2021
9. Strategija razvoja pravosuda za period 2020–2025. godine, Službeni glasnik RS 101/20)
10. Zakon o trgovini, Službeni glasnik RS 52/19
11. Zakon o elektronskoj trgovini, Službeni glasnik RS 41/09, 95/13, 52/19
12. Zakon o zaštiti potrošača, Službeni glasnik RS 62/14, 6/16 – dr. zakon i 44/18 – dr. zakon
13. Strategija razvoja turizma Republike Srbije za period 2016. do 2025. godine, Službeni glasnik RS 98/16
14. Strategija razvoja poljoprivrede i ruralnog razvoja Republike Srbije za period 2014–2024. godine, Službeni glasnik RS 85/14
15. I. Rizmal, *Vodič kroz informacionu bezbednost u Republici Srbiji 2.0*, Grid studio: Beograd, 2018.

**MARKETING ANALYSIS OF LEISURE ACTIVITIES OF BNTU STUDENTS****Semashko A.,***Sales Manager Limited Liability Company «StroyTehDiagnostic»,  
Republic of Belarus, Minsk city,***Korotkevich L.***Candidate of economic sciences, associate professor,  
Belarusian National Technical University,  
Republic of Belarus, Minsk city,  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054741>***Abstract**

The article is devoted to the marketing analysis by the CAWI-survey method, which allows to determine the degree of satisfaction with leisure activities and food outlets by students at BNTU, as well as to determine the university's opportunities in the field of leisure activities at BNTU food outlets.

**Keywords:** marketing analysis, leisure, students, CAWI survey, cultural and leisure activities, sample representativeness.

One of the key factors in the formation of a young person's personality is his leisure time, which has a significant impact on educational and work areas. This is due to the fact that during leisure time recreational and recovery processes occur, and the value orientations of young people are formed. In addition, the choice of leisure activities is a reflection of the culture, spiritual needs and interests of young people.

The student period is a time when a person is actively looking for himself and his lifestyle. During this period, social and moral assessments are formed and awareness of one's own strengths and weaknesses occurs, which makes it possible for targeted self-improvement and self-education. Often, students strive to critically rethink their lives and surroundings, show their independence and originality, and create their own concepts of the meaning of life. Leisure during this period is a factor in the formation and development of personality, assimilation of cultural and spiritual values [5].

The organization of leisure activities at the Belarusian National Technical University contributes to the development of the creative and intellectual potential of students, which increases their level of general culture and contributes to successful adaptation in the educational and professional spheres. In addition, thanks to a systematic and planned approach to organizing leisure activities, the university can create a comfortable and friendly atmosphere that helps bring students closer together and strengthens the collective spirit.

The purpose of the marketing research is to establish the main problems that students face during leisure time, to consider students' attitudes towards the university as a place for spending time free from classes and work, to assess the role of the university in organizing students' leisure time, to consider students' attitudes towards BNTU food outlets and assess the degree of their

satisfaction, assess the role of BNTU food outlets in organizing students' leisure time, consider and analyze students' vision of the university's capabilities in the field of organizing leisure time at BNTU food outlets.

In order to obtain accurate and reliable research results on the degree of student satisfaction with BNTU leisure activities, it is necessary to calculate the representativeness of the sample.

The general sample (the total number of objects of observation) consists of full-time students of the first stage of higher education from 1st to 5th year, who express a desire to participate in the cultural and leisure activities of BNTU. As of January 1, 2023, the number of full-time students receiving the first stage of higher education is 8,745 people.

The general sample will include 90% of students, since the remaining 10% are students who are not interested in leisure activities ( $8745 \cdot 0.9 = 7,871$  people).

Using special online calculators, the sample size was calculated [1,2,3]. The required sample size based on the results of the three sites was 614 people. As of June 2, 2023, 763 people took part in the survey.

With a sample size of 763 people, a population of 7871 and a 99% confidence level, the confidence interval is 4.44%. This means that the sample is representative and the results of the marketing research can be trusted.

To conduct marketing research, the CAWI survey method was chosen. It is a method of conducting online surveys in which surveys are conducted through web pages. It uses computer technology to administer surveys, allowing respondents to receive and complete a survey online using their computer or phone. The advantages and disadvantages of the CAWI survey are presented in table 1 [6].

Table 1

## Advantages and disadvantages of the CAWI survey

Advantages of the CAWI survey	Disadvantages of the CAWI survey
Scalability: CAWI surveys can vary in scope and number of questions, which allows you to control research costs	Limited audience reach: Online surveys may miss users with limited internet access
Broad Reach: Online surveys can target a variety of target audiences, allowing for more data to be collected.	Lack of Validity: Online surveys may lack sufficient evidence, especially if high reliability is required.
Survey flexibility: CAWI surveys can be customized to specific user data to eliminate duplicate responses	Bias: Survey producers may use several technical solutions to improve responses.
Increased data accuracy: System settings ensure accurate responses, reducing the possibility of errors	
Cost-effective: CAWI surveys can be less expensive than traditional methods	Low response rate: Many users will not click on the page with the survey link

The marketing research was conducted using a CAWI survey, designed using the free multifunctional testing and training service Online Test Pad. The survey includes 54 open and closed questions.

The first block of the survey contains 6 closed-ended questions, allowing you to determine the number of students who took part in the survey from each course and understand which faculties were the most active. This block also allows you to determine what budget students have, taking into account their place of residence and form of study.

As a result of the study, 763 people were interviewed, of which 64.88% were male and 35.12% female full-time students receiving the first stage of higher education (74.97% of students - at the expense of the republican budget, 21.10% of students - at paid).

The largest proportion of respondents were 3rd year students (31.98%) and 1st year students (31.72%).

The main proportion of respondents among the faculties were students of the Faculty of Mechanical Technology (23.07%), the Faculty of Information Technology and Robotics (16.25%), the Faculty of Energy (14.42%) and the Faculty of Mechanical Engineering (13.37%).

During the analysis, it was revealed that with an increase in the course of study, students tend to stop living in a dormitory in exchange for living in a rented apartment. Presumably, this phenomenon may be due to the fact that by the 3rd-4th year, students have a desire to earn money and live independently with minimal financial support from their parents or without it at all. Therefore, they find the strength and opportunity to rent an apartment (fig. 1).

Place of residence	1 course	2 course	3 course	4 course
To the hostel	67,22%	45,36%	46,81%	37,63%
Rent an apartment	6,64%	16,39%	21,70%	27,96%
At home with parents	21,58%	26,23%	25,11%	26,88%
In my apartment	4,56%	12,02%	6,38%	7,53%
In a relatives' apartment	0,83%	0,55%	0,85%	0,00%

Fig. 1. Structure of students by place of residence depending on the course

The questions of the first part of block 2 of the questionnaire were aimed at obtaining information about the possibilities and ways of spending free time by students, in the conditions in which they currently find themselves.

Marketing research showed that 36.53% of students can devote 2 to 4 hours of their time to leisure

every day and 28% of students - from 1 to 2 hours. It is assumed that as the course of study increases, students devote less time to leisure. In order to confirm this hypothesis, it is necessary to trace the dynamics of answers to question No. 6: "How much time a day can you devote to leisure?" in the context of the first, second, third and fourth courses (fig. 2).

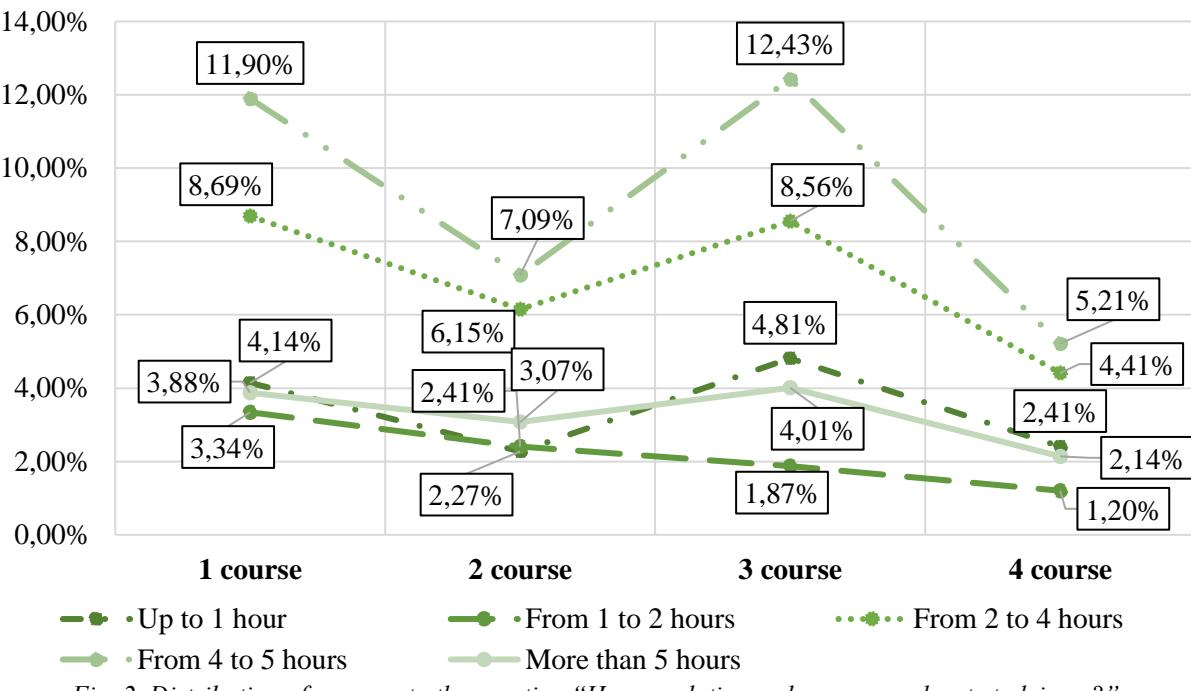


Fig. 2. Distribution of answers to the question "How much time a day can you devote to leisure?"

There is a significant difference in the ability to devote their time to leisure activities between 1st year, 3rd year and 4th year students, since 12.43% of 3rd year students and 11.90% of 1st year students devote themselves to leisure time is from 4 to 5 hours, while only 5.21% of 4th year students can devote the same amount of time to leisure.

Based on the results obtained, it was revealed that the main reason for the discrepancy between desires and opportunities to devote more time to leisure is the fatigue of students (22.7%), lack of free time (19.90%), discrepancy between study schedules and leisure activities (18.78%) and financial restrictions (17.28%).

According to the survey results, 34.53% of students cannot devote the desired amount of time to leisure activities due to a high academic load, while 23.60% of students are forced to combine work and study to solve financial problems and personal growth.

From figure 4 it can be seen that throughout all four courses the main reason for the lack of free time is the high workload. However, in the first two years the problem is associated primarily with a high academic load, and in the third and fourth years - with the need to combine work and study.

Thus, in the first year, 40.59% of students do not have enough free time to spend leisure time due to a high academic load, and 19.44% - due to combining work and study. In the second year, the situation is similar: 40.76% of students do not have enough free time due to a high academic load, and 22.22% due to combining work and study.

In the third year, more students combine work and study - 29.63%, and 32.07% experience difficulties due to the high academic load. In the fourth year, the situation is similar: 32.07% of students combine work and study, and 41.74% experience difficulties due to the high academic load.

Causes	1 course	2 course	3 course	4 course
High study load	40,59%	40,76%	29,96%	23,48%
I have enough free time	25,52%	21,02%	20,68%	18,26%
Insufficiently developed free time planning skills	17,99%	15,29%	8,02%	6,09%
Family responsibilities, household chores	5,86%	5,10%	9,28%	10,43%
I combine work and study	10,04%	17,83%	32,07%	41,74%

Fig. 3. Dynamics of respondents' answers to the question "What is the main reason for your lack of free time?" (depending on the course)

The most popular way of spending leisure time among students was spending time with friends; this was indicated by 81.45% of respondents. The next most popular answers were listening to music (79.26%), relaxing at home and sleeping (77.20%), walking in the

fresh air (76.05%), pursuing hobbies and hobbies (74.97%), watching movies and TV series (69.89%).

According to the National Statistical Committee of the Republic of Belarus, in 2023, the share of Internet users among people aged 14–30 years was 97.9%,

while 96.6% of young people in this age category connected to the Internet daily [7].

Moreover, the results of the CAWI survey showed that for 65.53% of students the Internet takes up most of their leisure time, and 18.74% of students believe that their leisure time is entirely related to the Internet.

The majority of students (88.07%) visit the Internet to watch videos and listen to music. Also, 78.44% of students choose the Internet as a convenient resource for finding the necessary information when preparing for a lesson, instead of independently working on searching for information in libraries. Using the Internet, 77.26% of students satisfy their need for communication.

The Internet is one of the independent types of leisure preferences of young people and serves as a means of developing their life skills and opportunities for self-expression.

The fourth block includes 13 open and closed questions that allow us to determine the most popular canteens, buffets and kiosks of BNTU among students, assess the degree of their satisfaction with BNTU food outlets, and identify the main advantages and disadvantages.

The results of the CAWI survey showed that 41.81% of students most often eat in BNTU buffets, 32.50% in canteens, the rest either take a snack with them or prefer to dine at food outlets closest to the university.

The analysis showed that 43.01% of students choose BNTU canteens and buffets for lunch and snacks because of their convenient location, which saves time on searching for places to eat. Other students (21.73%) noted that the university canteens offer low prices for food, which is suitable for students on a limited budget. Also, some students (13.83%) noted that the university canteens offer a wide range of dishes for every taste and preference, which makes food at the university varied and interesting.

According to the survey results, the main problem in the nutrition of students during the period of study at BNTU, indicated in 16.50% and 15.28% of responses, respectively, is associated with outdated design and lack of time for eating during the day. 14.06% of student responses accounted for long waits in line. Also, 11.41% of students believe that the menu is monotonous, and 13.49% of students believe that food prices are quite high (39.71% of students usually spend 5-7 Belarusian rubles on lunch, and 27.65% of students - up to 5 Belarusian rubles).

Thus, according to the results of the 4th block of the survey, 77.66% of students spend their free time in BNTU canteens and buffets to have lunch or a snack. It is worth noting that for many students, staying at food outlets is not just a way to satiate their hunger, but also a kind of leisure activity that helps them rest and relax after studying. However, many students complain

about the lack of convenient and comfortable study areas. For example, the lack of soft chairs, tables with large wooden tables and stylish interiors, which can make the experience in dining rooms or buffets more attractive and unusual.

In order to increase the attractiveness and comfort of BNTU canteens and buffets, it is necessary to pay more attention to the design and quality of seating areas, as well as make the necessary changes to meet the needs of students and make the stay at food outlets more enjoyable and attractive.

At BNTU, for holding a variety of cultural and leisure events, there is a cafe "Polytechnic", as well as banquet halls in dining room No. 2. In a cozy and comfortable atmosphere, the cafe offers services for organizing corporate evenings, anniversaries, gala lunches and dinners, buffets, children's parties, themed events, ritual events and much more.

However, as the study showed, more than 64% of the students surveyed were not aware of this possibility. This once again confirms the lack of awareness of students about the services provided by the cafe and bad advertising.

The results of the 3rd block survey showed that cultural events and sports events are the most preferred types of leisure time among students. According to the survey, 73.87% of students chose cultural events, and 73.34% of students preferred sports events.

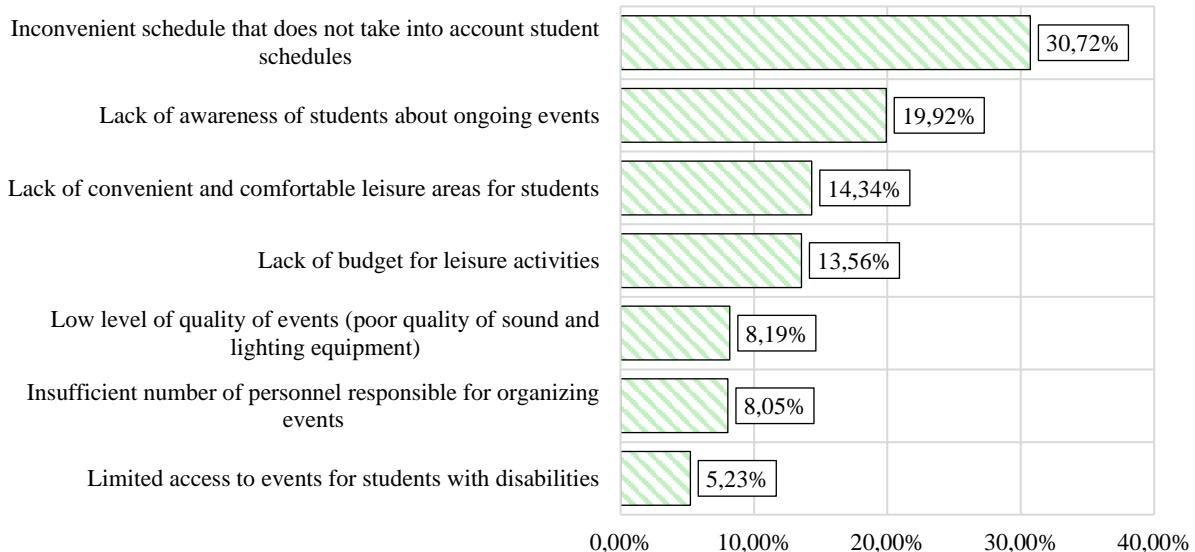
The structure of cultural and leisure events at BNTU confirms this trend. It includes various events such as concerts, exhibitions, theater productions, sports competitions and tournaments. Most of them are held regularly and are very popular among students.

The main factors influencing the active participation of students in BNTU leisure activities are reducing stress levels and increasing life satisfaction (74.86%), maintaining physical health and shape (69.25%), and developing personal qualities (64.40%).

The majority of students (26.19%) believe that participation in BNTU leisure activities gives them a chance to spend time with friends and colleagues, as well as meet new people in an informal setting.

Also, 16.10% of students are happy to take part in leisure activities conducted by BNTU, due to encouragement from the university. Often, event organizers create a kind of loyalty program for students, offering various bonuses and privileges to those who actively participate in the life of the university.

In order to assess the degree of satisfaction with leisure activities conducted by the Belarusian National Technical University (BNTU), it is necessary to determine the significant shortcomings of the cultural and leisure activities of the university among interested students and actively participating in various events. The respondents' answers are presented in figure 4.



*Fig. 4. Structure of respondents' answers to the question  
“Disadvantages of cultural and leisure activities of the university”*

Based on the survey results, we can conclude that it is necessary to take into account the schedule of academic classes when planning leisure activities, since more than a third of the students surveyed (30.72%) indicated that the schedule of cultural and leisure activities is inconvenient for them due to the intersection with the schedule steam.

Also, 19.92% of students believe that the organizers do not sufficiently inform students about upcoming events. This fact indicates the need for more active advertising and dissemination of information about cultural and leisure events that are organized for students. It is worth paying more attention to the use of various communication channels, such as social networks, emails, notifications on websites, etc. This approach will not only increase the level of awareness of students, but also attract a larger number of participants to events, which, in turn, contributes to the development of cultural life at BNTU and the creation of a more friendly atmosphere among students.

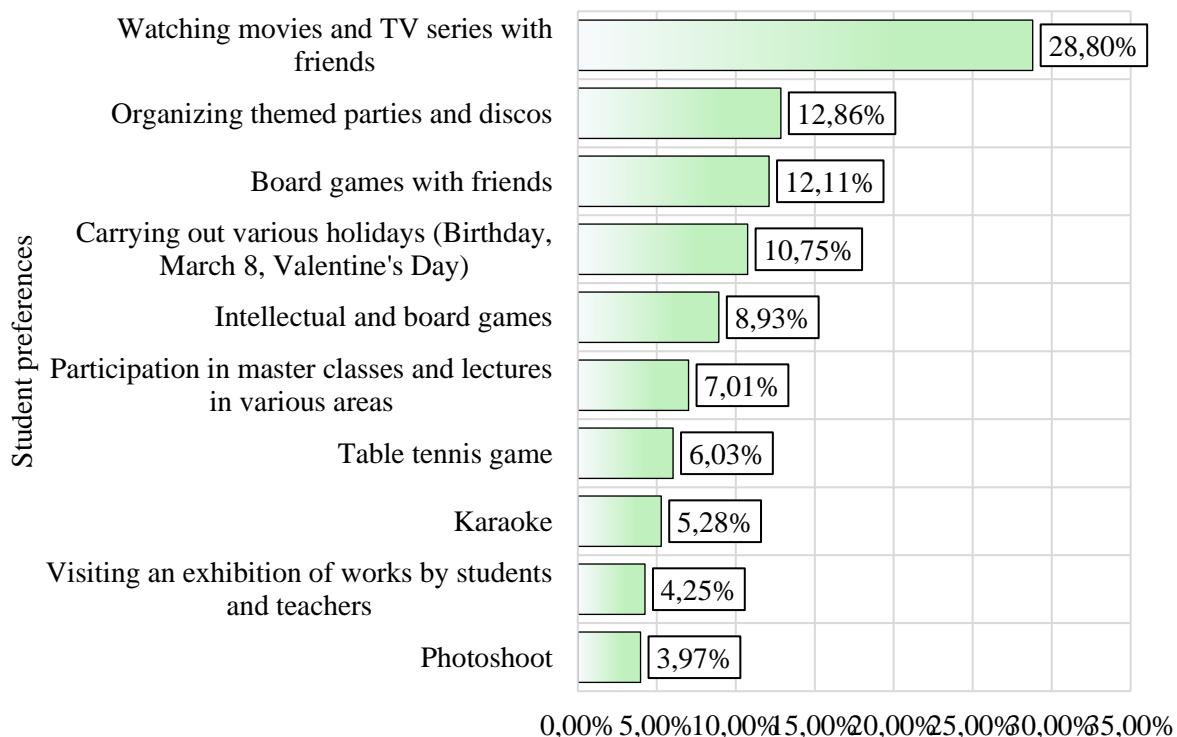
From a survey of BNTU students, it became known that 14.34% of respondents believe that the university does not have convenient and comfortable areas for leisure activities. Since “the opportunity to rest and relax” and “increasing cultural potential” are considered the most important factors when choosing leisure

activities for students, to improve the situation, special attention should be paid to creating such areas and offering students various options for relaxation and recreation.

As mentioned earlier, in BNTU for holding a variety of cultural and leisure events, there is a cafe "Polytechnic", as well as banquet halls of dining room No. 2, however, these establishments are not popular, since according to the survey results, in addition to insufficient awareness of students about the events held at BNTU, Most students felt that BNTU food outlets had an outdated design and a monotonous menu. In this regard, students can be offered several options for leisure activities, taking into account the elimination of all identified shortcomings in the organization of leisure activities and the organization of the work of BNTU food outlets.

The most preferred leisure activities in the banquet hall of dining room №2 were watching a movie (28.80%) and holding parties and discos (12.86%). The results of this question are presented in figure 5.

The survey results showed that more than half of the students (62.52%) are willing to spend up to 15 rubles on leisure activities in the BNTU banquet hall, only 2.88% are willing to spend more than 50 rubles.



*Fig. 5. Desired leisure activities among students at the BNTU banquet hall*

Based on the results of a CAWI survey among BNTU students, the following leisure services were formed, held in the banquet hall of BNTU dining room №2: cinema room, theme parties, holidays, discos, board games, master classes in various areas, trainings, meetings, lectures, networking, billiards, the game "Mafia", holding intellectual games [4].

A possible version of the interior of a banquet hall for leisure events is presented in Figure 6. Visualization of the interior was carried out using a professional tool for creating design projects - Planoplan.



*Fig. 6. Visualization of the interior of a banquet hall for organizing leisure activities*

When designing the interior, attention was first paid to the most necessary equipment, such as a projector, projection screen, upholstered furniture and audio system. Based on the area of the banquet hall, the room was arranged in such a way that students could comfortably spend their leisure time in a cozy atmosphere.

Thus, the organization of cultural and leisure activities, as well as its improvement, can play an im-

portant role in the professional development and formation of students' potential. Such activities have an impact on the emotional sphere of the individual, creating conditions for the active participation of students in various events aimed at the personal and professional development of students, the formation of an active professional position of students as the basis for their future professional achievements.

**References:**

1. Sample size calculator [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.questionstar.ru/statiy/calculator-razmera-viborki>. – Access date: 06.03.2023.
2. Sample size calculator [Electronic resource]. – Access mode: <https://ru.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>. – Access date: 06.03.2023.
3. How to determine the number of survey participants [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.testograf.ru/ru/blog/raschet-vyborki-dlya-oprosa>. – Access date: 06.03.2023.
4. Korotkevich, L.M. Innovative forms of organizing leisure time for students / L.M. Korotkevich, A.A. Semashko // Collection of materials of the 79th student scientific and technical conference, section “Engineering Economics”. – April 26-28, 2023, Minsk, 234-236
5. Korotkevich, L.M. Trends and innovative forms of organizing leisure activities for youth in Belarus / L.M. Korotkevich, A.A. Semashko // “Development of modern science and technology in the conditions of transformation processes”, (2023, Moscow) / Collection of materials of the XIV International Scientific and Practical Conference - St. Petersburg: Printing Workshop Publishing House, 176-184.
6. CAWI: What is it and how is it changing the world of surveys [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.testograf.ru/ru/blog/cawi-is-changing-the-world-of-surveys>. – Access date: 04.14.2023.
7. Official website of the National Statistical Committee of the Republic of Belarus [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.belstat.gov.by/>. – Access date: 06.04.2023.

# TECHNICAL SCIENCES

UOT 621.92

## ANALYSIS OF THE MOVEMENT OF GRAIN MATERIALS BY THE METHOD OF FREE FEED FROM HOPPER K OF THE KNIFE GRINDER

**Bagirov B.,**

*Doctor of Technical Sciences, Professor,*

*Azerbaijan Technological University*

*Ganja city, Azerbaijan*

*ORCID: 0000-0002-3636-4602*

**Rzayeva R.**

*Senior Lecturer,*

*Azerbaijan Technological University,*

*Ganja city, Azerbaijan*

УОТ 621.92

## АНАЛИЗ ДВИЖЕНИЯ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СПОСОБОМ СВОБОДНОЙ ПОДАЧИИХ С БУНКЕРА К НОЖУИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

**Багиров Б.М.**

*Доктор технических наук, профессор,*

*Азербайджанский технологический университет*

*город Гянджа, Азербайджан*

*ORCID: 0000-0002-3636-4602*

**Рзаева Р.А.**

*Старший преподаватель,*

*Азербайджанский технологический университет,*

*город Гянджа, Азербайджан*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054767>

### **Abstract**

Currently, there are different types of grain grinding machines. The most common of them are KDM-2, KDU-2, DM-440U. These hammer type grain crushers. The productivity of these and other machines is 2-9 t/h, their weight is 240-2500 kg, and their energy consumption is 7-100 kW. Machines of this type are intended mainly for large feed mills and workshops, as well as for feed preparation complexes. Currently, their use in small farmers and peasants is ineffective. In addition, these machines have a number of other design and technological shortcomings that complicate their use in farms and small peasant farms. So, these techniques grind grain mainly using the impact-rubbing method. Grinding by this method requires a lot of energy per unit of work, and at a humidity above 15%, grinding grain becomes difficult. When the moisture content of the grain exceeds the specified limit when crushing it with existing machines, energy costs for crushing sharply increase by 2-3 times or even more. When grinding wet grain in these machines, the grain, which during operation is strongly rubbed between the package of hammers and the mesh or deck, heats up and freezes, the quality of the resulting crushed grain deteriorates significantly, this causes additional energy and labor costs. , reduces work efficiency. Therefore, to grind wet grain materials in existing machines, it is necessary to dry them to the specified moisture limit. In addition to the above, when working with such machines, dust fractions less than 1 mm in size are formed, which do not meet agrozootechnical requirements, the amount of which is 15-25% of the total volume of products produced or more. For this reason, the design of such machines uses an additional structure that traps powdery fractions, which complicates the design and reduces operating efficiency. In recent years, technology has been used to grind feed grains of different moisture content using the compression crushing method. With this method, the grain is pressed and crushed. The surface of its contact increases to a certain extent, the upper crust cracks, deforms, becomes thinner, and the grain turns into a bale. Grain prepared in this way, although beneficial for cattle, is not beneficial for other animals and birds. In addition, such prepared grain material is difficult to use in the preparation of compound feed. For this reason, this method is not widely used. Therefore, in modern conditions, the development of a small-sized device that operates with less energy consumption on farms and is capable of grinding grain of any moisture content for feeding all types of animals and birds, and the justification of its optimal parameters and modes is an important and urgent task.

Of particular importance, both from the point of view of the constructive and technological process of grain grinding, is the method of transferring grain from the bunker to the grain crushing chamber. Since the parameters of grain supply from the bunker to the working body with a constant flow, its output influence the parameters of the technological mode, productivity and quality indicators of the product, uniformity of grinding, etc.. Grain

supply from the bunker to the receiving chamber can be carried out in two ways: under its own power - free flow and forced flow - through a special feeder. This article discusses the supply of grain from the bunker to the receiving chamber under its own power - free flow.

### **Аннотация**

В настоящее время существуют различные типы машин, измельчающие зерно. Наиболее распространеными из них являются КДМ-2, КДУ-2, ДМ-440У. Эти зернодробилки молоткового типа. Производительность этих и др машин 2-9 т/ч, масса 240-2500 кг, потребляемая ими энергия 7-100 кВт. Машины указанного типа предназначены в основном для крупных комбикормовых заводов и цехов, а также для комплексов по приготовлению комбикормов. В настоящее время их использование в мелких фермерских и крестьянских хозяйствах неэффективно. Кроме того, эти машины имеют ряд других конструктивно-технологических недостатков, затрудняющих их применение в фермерских и мелких крестьянских хозяйствах. Итак, данные приемы измельчают зерно преимущественно ударно-трещущим методом. Измельчение этим методом требует больших затрат энергии на единицу работы, а при влажности выше 15% измельчать зерно становится затруднительно. При превышении влажности зерна указанного предела при его дроблении существующими машинами затраты энергии на дробление резко возрастают в 2-3 раза и даже более. При измельчении в этих машинах влажного зерна зерно, которое во время работы сильно трется между пакетом молотков и сеткой или декой, нагревается и замерзает, качество получаемого измельченного зерна существенно ухудшается, это вызывает дополнительные энерго- и трудозатраты., снижает эффективность работы. Поэтому для измельчения влажных зерновых материалов в существующих машинах необходимо их сушить до указанного предела влажности. Помимо вышеперечисленного, при работе с такими машинами образуются пылящие фракции размером менее 1 мм, не соответствующие агрозоотехническим требованиям, количество которых составляет 15-25% от общего объема выпускаемой продукции и более. По этой причине в конструкции таких машин применяется дополнительная конструкция, улавливающая порошкообразные фракции, что усложняет конструкцию и снижает эффективность работы. В последние годы применяется технология измельчения кормового зерна разной влажности методом компрессионного дробления. При этом методе зерно прессуют и измельчают. Поверхность его контакта в определенной степени увеличивается, верхняя корка растрескивается, деформируется, истончается, и зерно превращается в кип. Приготовленное таким образом зерно хоть и полезно для крупного рогатого скота, но не полезно для других животных и птиц. Кроме того, такой подготовленный зерновой материал сложно использовать при приготовлении комбикормов. По этой причине этот метод не получил широкого распространения. Поэтому в современных условиях разработка малогабаритного устройства, работающего с меньшими энергозатратами в хозяйствах и способного измельчать зерно любой влажности для кормления всех видов животных и птиц, и обоснование его оптимальных параметров и режимов является важной и актуальной задачей.

Особое значение как с точки зрения конструктивного, так и технологического процесса измельчение зерна имеет способ передачи зерна из бункера в камеру дробления зерна. Так как, параметры подачи зерна с бункера к рабочему органу с постоянным потоком, его выход влияют на параметры технологического режима, производительность и качественные показатели продукта равномерности измельчение и т.д.. Подача зерна из бункера в приемную камеру может осуществляться двумя способами: своим ходом - свободным потоком и принудительным потоком - через специальный питатель. В данной статье рассмотрена подача зерна из бункера в приемную камеру своим ходом - свободным потоком.

**Keywords:** machine, grinding, hopper, working body, feed, grains

**Ключевые слова:** машина, измельчение, бункер, рабочий орган, подача, зерна

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время существуют различные типы машин, измельчающие зерно. Наиболее распространеными из них являются КДМ-2, КДУ-2, ДМ-440У. Эти зернодробилки молоткового типа[1,2,4,4,5 ]. Производительность этих и др машин 2-9 т/ч, масса 240-2500 кг, потребляемая ими энергия 7-100 кВт. Машины указанного типа предназначены в основном для крупных комбикормовых заводов и цехов, а также для комплексов по приготовлению комбикормов. В настоящее время их использование в мелких фермерских и крестьянских хозяйствах неэффективно. Кроме того, эти машины имеют ряд других конструктивно-технологических недостатков, затрудняющих их применение в фермерских и мелких крестьянских хозяйствах. Итак, данные приемы измельчают зерно преимущественно ударно-трещущим методом. Измельчение

этим методом требует больших затрат энергии на единицу работы, а при влажности выше 15% измельчать зерно становится затруднительно. При превышении влажности зерна указанного предела при его дроблении существующими машинами затраты энергии на дробление резко возрастают в 2-3 раза и даже более. При измельчении в этих машинах влажного зерна зерно, которое во время работы сильно трется между пакетом молотков и сеткой или декой, нагревается и замерзает, качество получаемого измельченного зерна существенно ухудшается, это вызывает дополнительные энерго- и трудозатраты., снижает эффективность работы. Поэтому для измельчения влажных зерновых материалов в существующих машинах необходимо их сушить до указанного предела влажности. Помимо вышеперечисленного, при работе с такими маши-

нами образуются пылящие фракции размером менее 1 мм, не соответствующие агроохническим требованиям, количество которых составляет 15-25% от общего объема выпускаемой продукции и более. По этой причине в конструкции таких машин применяется дополнительная конструкция, улавливающая порошкообразные фракции, что усложняет конструкцию и снижает эффективность работы. В последние годы применяется технология измельчения кормового зерна разной влажности методом компрессионного дробления. При этом методе зерно прессуют и измельчают. Поверхность его контакта в определенной степени увеличивается, верхняя корка растрескивается, деформируется, истончается, и зерно превращается в кип. Приготовленное таким образом зерно хоть и полезно для крупного рогатого скота, но не полезно для других животных и птиц. Кроме того, такой подготовленный зерновой материал сложно использовать при приготовлении комбикормов. По этой причине этот метод не получил широкого распространения. Поэтому в современных условиях разработка малогабаритного устройства, работающего с меньшими энергозатратами в хозяйствах и способного измельчать зерно любой влажности для кормления всех видов животных и птиц, и обоснование его оптимальных параметров и режимов является важной и актуальной задачей.

Особое значение как с точки зрения конструктивного, так и технологического процесса измельчение зерна имеет способ передачи зерна из бункера в камеру дробления зерна. Так как, параметры подачи зерна с бункера к рабочему органу с постоянным потоком, его выход влияют на параметры технологического режима, производительность и качественные показатели продукта равномерности измельчение и т.д.. Подача зерна из бункера в приемную камеру может осуществляться двумя способами: своим ходом - свободным потоком и принудительным потоком - через специальный питатель. В данной статье рассмотрена подача зерна из бункера в приемную камеру своим ходом - свободным потоком.

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Обоснование способа и параметры подачи потока зерна из бункера в рабочую камеру к ножу нового малогабаритного измельчителя зерна

## ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Зерно, бункер зерна, и рабочий орган измельчающее зерна .

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Проанализированы способы и параметры подачи потока зерна из бункера в рабочие органы в камере измельчение существующих машин и устройств. Определены недостатки и пути их устранения, определены технологические особенности предлагаемого устройства. Обоснованы конструктивно-эксплуатационные параметры влияющие подачи обрабатываемого материала из бункера - зерна к быстро врачающемуся ножу-измельчителю. При этом использованы основные положения и методы классической механики и математики.

## ОБСУЖДЕНИЕ

С точки зрения конструктивного, и технологического процесса для качественного измельчение зерна важна чтобы зерна из бункера в камеру измельчения передавала равномерным потоком. Анализ литературных данных показывает что для малогабаритных устройств с малой производительности для подачи материала с бункера к рабочему органу - к ножу измельчителю постоянным потоком, целесообразна осуществит саматоком, так как эта прост в конструкции и экономично по энергопотребление[2,4,6,7,8,9,10].

Подачи зерна с бункера к рабочему органу(количество материала и скорость подачи материала) к ножу измельчителю с постоянным потоком, существенное влияние на параметры технологического режима, производительность и качественные показатели полученного продукта, равномерности измельчение и т.д.

На рис 1. показана технологическая схема движения измельчителя зерновых материалов. При открывании заслонки 2 зерна из бункера 1 под действием гравитационной силы облизывая внутреннюю поверхность выходит из бункера свободным падением потока, попадает в быстро врачающийся нож-ударника 5 и измельчается. Измельченная масса 7 под действием силами сброса со стороны ножа- ударника и гравитационной силой сбрасывается и через выходное сопло выходит из камеры измельчения

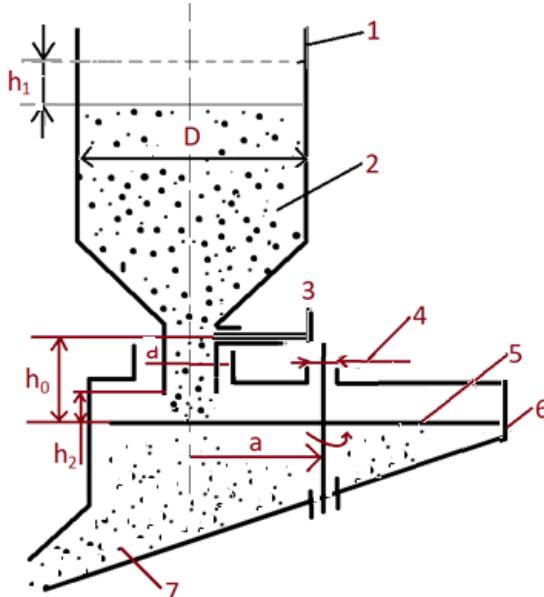


Рис1. Технологическая схема подача зернового материала из бункера к ножу в измельчительной камере.  
1-бункер, 2-зерновой материал, 3-заслонка, 4-провод ножа измельчителя,  
5-нож- измельчитель, 6-камера измельчителя, 7-измельченный материал.

В бункере движения зерна происходит с трением. Движения по внутренней поверхности бункера, который заканчивается в нижний концы выходной потрубки бункера. При этом продолжительность зернового потока и приобретенный скоростью которого можно считать начальной скоростью свободного движения, а от этого момента до достижения поверхности ножевой пластины поток падает – только свободным весом. Производительность такого устройства в основном зависит от времени перемещения зернового потока в бункере-  $t_1$  и времени пути, от выхода из бункера и между выходом бункера до ножа измельчителя-  $t_2$ .

$$Q = m/t = m / (t_1+t_2)$$

Где  $Q$  – производительность, кг /сек;

$t$ -продолжительность зернового потока, сек;

$t_1$ - время перемещения зерна в бункере, сек;

$t_2$ - время свободного падения зерна от конца патрубки выхода бункера до достижения ножа - ударника измельчителя, сек;

Определить силу, действующую на зерно, и скорость его движения можно на основе известного закона классической механики. Известно, что на любое свободно падающее тело действует сила тяжести и определенные силы сопротивления со стороны среды, в которой тело движется. Уравнение движения частицы, падающей в набегающем потоке, в зависимости от времени в общем виде можно записать следующим образом:

$$m \cdot \frac{d^2x}{dt^2} = mg - R \quad (1)$$

где:  $m$  – масса зерна или зернового потока;  $kq$ ;

$R$  - сила сопротивления, создаваемая окружающей средой;  $N$ ;

$g$  – ускорение свободного падения,  $m/\text{сек}^2$ ;

Когда объект движется, на него влияет окружающая среда. В связи с этим сила сопротивления, со-

здаваемая средой и действующая на свободно падающее тело внутри этой среды, определяется следующим образом.

$$R = mx^2 \quad (2)$$

Здесь:  $m$  – масса объекта;

$x$  – линейное изменение;

$K$  – величина, характеризующая влияние окружающей среды.

Если подставить значение  $R$  из последней формулы в формулу (1), получим:

$$mx'' = mg - mx^2 \quad (3)$$

В этом выражении мы получим, если разделим обе части на  $m$ .

$$x'' = g - x^2 \quad (4)$$

Определим перемещение зерна из бункера до момента его попадания на ножи по времени. Для этого достаточно решить это дифференциальное уравнение двух форм по начальным условиям, т. е.  $x(0) = 0$  и  $x'(0) = 0$ .

$$x''(t) = g - x'(t)^2 \quad (5)$$

Для упрощения решения этого выражения упростим формулировку последнего уравнения путем замены.  $X(t) = Z(t)$

После сделанной замены вместо последней формулы можно написать:

$$z(t) = g - kz^2 \quad (6)$$

Это уравнение должно удовлетворять условию  $z(0) = v_0(t)$ . Это уравнение основано на времени

Если это уравнение продифференцировать, по времени то получим:

$$\frac{dz}{dt^2} = g - kz^2 \quad (7)$$

Отсюда можно написать:

$$d(t) = \frac{dz}{g - kz^2} \quad (8)$$

Интегрируя последнее уравнение, получаем:

$$t + c_1 = \frac{1}{2 - \sqrt{gk}} \ln \left( \frac{z - \sqrt{g/k}}{z + \sqrt{g/k}} \right) \quad (9)$$

Подставив в последнее уравнение условие  $z(0) = v_0$  (t), найдем коэффициент  $c_1$

$$c_1 = \frac{1}{2 - \sqrt{gk}} \ln \left( \frac{v_0 - \sqrt{k} + g}{v_0 + \sqrt{k} + g} \right) \quad (10)$$

Таким образом, частное решение уравнения (9) будет следующим:

$$\ln \left[ \frac{(v_0\sqrt{k} - \sqrt{g})(z\sqrt{k} - g)}{(v_0 - \sqrt{k} + g)(z - \sqrt{k} - \sqrt{g})} \right] = 2t - \sqrt{gk} \quad (11)$$

Здесь:

$$a = \frac{\vartheta_0 - \sqrt{k} - g}{\vartheta_0 \sqrt{k} + \sqrt{g}} > 0 \quad (11a)$$

и

$$b = \sqrt{g/k} \quad (11b)$$

Если принять и заменить символ  $z$  на  $x'$ , то формулу (11) можно записать следующим образом:

$$x' = \frac{b(e^{2t\sqrt{gk}} + a)}{e^{2t\sqrt{gk}}} - a \quad (12)$$

$$\int \frac{dt}{e^{pt} - a} = \frac{1}{p} \left( \frac{1}{a} \right) \ln |y| + \frac{1}{a} \ln |y - a| + c_2 = \frac{1}{ap} \ln \left| \frac{y - a}{y} \right| + c_2 = \frac{1}{ap} \ln |e^{pt-a}| - \frac{t}{a} + c_2 \quad (18)$$

Таким образом, общее решение выражения (13) будет следующим

$$x = 2 \frac{b}{p} \ln |e^{pt} - a| + bt + c \quad (19)$$

Здесь:  $c = 2abc_2$

Учитывая начальные условия  $x(0) = 0$  и  $x'(0) = 9 = 0$ ,

$$x = -t\sqrt{g/k} + \frac{1}{k} \ln \left[ \left( e^{2t\sqrt{g/k}} \right) (v_0\sqrt{k} + g - v_0\sqrt{k} + \sqrt{g}) / 2\sqrt{g} \right] \quad (21)$$

Полученное выражение представляет собой уравнение движения расстояния зерна, выходящего из устья бункера, до момента его падения на лопасти устройства. Как уже говорилось, в реальных условиях внешней силой воздействия на зерно на расстоянии между бункером и рабочей камерой является сила сопротивления, создаваемая воздухом при свободном течении зерна. Влияние воздуха на свободное падение зерна очень мало.

Поэтому в практике его можно не учитывать. В этом случае формулу (3) можно записать следующим образом.

$$x'' = g \quad (22)$$

Обозначив здесь  $2t\sqrt{gk} = p$  и разделив переменные, можно выразить формулу (12) следующим образом:

$$dx = b \left( 1 - \frac{2a}{e^{pt} - a} \right) dt \quad (13)$$

Интегрируя это выражение, получаем:

$$x = bt + 2ab \int \frac{dt}{e^{pt} - a} \quad (14)$$

Если мы заменим  $e^{pt} = y$  и проинтегрируем обе части, чтобы найти выражение целой шестерки  $\int dt/(e^{pt}-a)$ , мы получим:

$$dt = \frac{1}{p} \left( \frac{dy}{y - a} \right) \quad (15)$$

В этом случае:

$$\int \frac{dt}{e^{pt} - a} = \frac{1}{p} \int \frac{dy}{y(y - a)} \quad (16)$$

определяется как выражение интегральной подвыражения в выражении (16) в виде малых дробей. Если мы напишем:

$$\frac{1}{y(y - a)} = \frac{1}{ay} + \frac{1}{a(y - a)} \quad (17)$$

Тогда выражение (17) можно записать следующим образом:

$$x = 2 \frac{b}{p} \ln \left| \frac{e^{pt} - a}{1 - a} \right| - bt \quad (20)$$

$c = -2 \frac{b}{p} \ln |1 - a|$  и частное решение этого уравнения выглядит следующим образом:

$$x = 2 \frac{b}{p} \ln \left| \frac{e^{pt} - a}{1 - a} \right| - bt \quad (20)$$

Если заменить соответствующие выражения, то специальное решение выражения (20)

$x(0) = 0$  и условия  $x'(0) = 9 = 0$  будет следующим:

если мы проинтегрируем это дифференциальное уравнение двух порядков, мы получим:

$$x' = gt + c_1 \quad (23)$$

и

$$x = \frac{gt^2}{2} + c_1 t + c_2 \quad (24)$$

Здесь, учитывая условия  $x(0) = 0$  и  $x'(0) = 9 = 0$ , можно написать:

$$x = \frac{gt^2}{2} + v_0 t \quad (25)$$

В случае, когда зерно подает только своим собственным в расстояние  $h_2$  между выхода сопло бункера и кожуха ударника пройденный путь будет

$$h_2 = x = \frac{gt^2}{2} \quad (26)$$

Из формулы (25) и (26) видно, что расстояние и время пройденное зерном в бункере разные, но их суммы входит определяющей компоненты производительности устройства, которых необходимо учесть при расчёте и оценке преимущества нового устройства.

Указанные результаты анализа нами были использованы при обосновании параметров питателя нового ротационного зернодробильного устройства с ножом- ударником, который успешно прошел госиспытания в Азербайджанской Государственной машина испытательной станции и передложен к производства .

### ВЫВОДЫ

1.Анализ литературных данных показывает, что для малогабаритных устройств с малой производительности для подачи материала с бункера к рабочему органу измельчителя, целесообразна осуществить методом подачи зерна самотёком, так как эта проста в конструкции и экономично по энергопотреблению.

2.Установлен пути перемещение потока зерна из бункера до ножа измельчителе в камеру дробления.

3.Полученный результат анализа использован при выбора параметров питателя ротационного зерноизмельчительного устройства, с ножом- ударником, который успешно прошел Государственной испытании в Азербайджанской Машина Испытательной станции и рекомендован к производства.

### Список литературы:

1. Qurbanov X.H. Heyvandarlıqda texnoloji maşınlar. Gəncə, AKTA nəşri, 2005, 450 s.
2. Qurbanov X.H. Fərdi və fermer təsərrüfatlarında heyvandarlığın inkişafının və onun mexanikləşdirilməsinin əsaslandırılması // Azərbaycan Elmi-Tədqiqat «Aqromexanika» institutunun 50 illik yubileyinə həsr olunmuş elmi əsərlər məcmuəsi, XVII cild, Gəncə, Gəncə-poliqrafiya ASC, 2008, s. 85-88.
3. Məmmədov Q.B. Kənd təsərrüfatı məhsullarının emal maşınları və avadanlıqları, Bakı, "Elm", 2005, 120s.
4. Rzayeva R.A. Kiçik qabaritlı rotasiyalı dənxirdalayan qurğunun işinin tədqiqi // Azərbaycan Aqrar Elmi, №2, 2012, s.3.
5. Rzayeva R.A. Kəsmə-zərbə prinsipində işləyən eksperimental kiçik qabaritlı rotasiyalı dənxirdalayan qurğuda dənin xirdalama prosesinin təhlili / Beynəlxalq elmi-praktik konfrans materialları, II hissə, Gəncə ,2014, s. 240-244.
- 6.Баранова, А.Б. Исследование влияния сводообразования на истечение сыпучих материалов: автореферат диссертации кандидата технических наук / А.Б. Баранова. - Ростов-на-Дону: РИСХМ. - 1973. - 107 с.
- 7.Вельшоф, Г. Определение расхода сыпучих материалов / Г. Вельшоф // Сельское хозяйство за рубежом. - 1962. - № 4. - С. 67-69.
8. Спорыхин В.В., Тарасенко А.М., Изюмцева М.Н. Влияние способа подачи материала в камеру на эффективность работы молотковой дробилки // Зап. Воронежский СХИ.- Воронеж, 1972, Т. 53, с.158-162.
9. Филин В.М., Зверев С.В., Филин Д.В. Основы разработки и исследования дробильнокрупнотделающих машин с вертикальной осью вращения ротора/Третья международная конференция «Машиностроители - предприятиям отрасли хлебопродуктов», М.: 2002, с.63-67.
10. Шубин, И.Н. Технологические машины и оборудование. Сыпучие материалы и их свойства / И.Н. Шубин, М.М. Свиридов, В.П. Таров. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. - 76 с.

## PRIVATE TRANSPORT PLANNING FOR A SMALL CITY USING PTV VISION VISUM SOFTWARE

**Atanasova V.,**

*Graduate traffic engineer, PhD*

**Stojanoska M.**

*Graduate traffic engineer, M.Sc*

*Faculty of Technical Sciences – University of St. Kliment Ohridski, Bitola, 7000, Macedonia*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10054790>

### **Abstract**

The modal distribution, as a part of the quadrilateral model, is the subject of analysis in this paper. We use the software tool PTV VISION VISUM, which is the world's leading software for traffic analysis, forecasting, and data management, accurately modeling all traffic participants and their interactions. This paper will outline the steps involved in the analysis of private traffic. It includes the placement of nodes on a predefined surface, the creation of a traffic network with links, zoning, and the development of a demand model. Furthermore, we will explain the calculation of modal sizes and forecasting.

**Keywords:** model, planning, forecasting, software

PTV Vision VISUM is the world's leading software for city, regional, and national traffic analysis, planning, forecasting, and data management. It is a comprehensive, flexible macroscopic software system designed for multimodal analysis, encompassing all types of transport, including cars, trucks, buses, pedestrians, and bicycles. [1] Macroscopic traffic models for the creation of transport demand are widely used in traffic engineering for the analysis and assessment of the projected transport system, traffic operations, the selection of alternative solutions, forecasts of transport demand, etc. They are simpler to apply, cheaper, more efficient, faster, compared to the analyzes and tests that are performed directly in the field. They serve to analyze multimodal and intermodal strategies, which can model all existing types of transport.[2] When planning traffic in urban areas, traffic engineers face a challenging task. Traffic and planning are intrinsically linked, as roads must be planned before traffic can exist. Even after a road is well-planned, ongoing reconstruction is often necessary for future years. PTV VISUM contains three essential components: the demand model, the network model, and the travel impact model. [1] VISUM contains the demand model, the network model and the travel impact model. In this paper, the emphasis will be placed on private transport in the city of Prilep, with the application of the PTV VISION VISUM software tool, a background of the city will be created with pre-editing and saving in a suitable format, the placement of nodes that indicate the location of the intersections, beginning and end of the thoroughfares where we set the type of intersection, the links indicate the traffic network, zoning of the city from 18 internal and 3 external zones towards entry-exit routes, with special land uses, the connectors show us where we have the greatest demand for travel, creation of the transport demand model where we define the four-level model, we define the purposes, calculation of modal sizes where we define

the generation and distribution factors, the skim matrix and the rewriting of the trip for private transport, the forecast of transport sizes using the matrix intended for home-work where we have the most trips. [6]

### **2. General data for Prilep city**

The municipality of Prilep is located in the central part of the southern region of the Republic of Macedonia. It covers the Prilep field, which makes up the northern part of the largest valley in Macedonia - Pelagonia, Trojačka Valley and the area of the city of Prilep. [5] Through a modern regional road, Prilep is connected to all tourist centers and larger cities in the Republic of Macedonia, especially to the border crossing Medzitlia through Bitola to the Republic of Greece, to Kruševo, as well as to the Prespa-Ohrid tourist region. The municipality occupies a total area of 1,195 km<sup>2</sup> and is the largest municipality in Macedonia in terms of area. According to the 2021 census, it has a population of 69,025.[4]

#### **2.1 Laying of the substrate, drawing of the traffic network, zoning and connectors**

By placing the base of the city of Prilep in the software and a scale of a previously determined length, the next step is drawing the traffic network. We could define it as a set of nodes (nodes), which represent the intersections, stations, stops and links (connections), that is, the road and railway network on which the traffic - transport activity is carried out. Figure 2.1.1 shows the nodes and links placed. Zoning is the very procedure of determining and delineating the zones of the city. They are the source and destination of travel in the transportation network. The city of Prilep is divided into 18 traffic zones and 4 external ones towards the entrance and exit routes of the city.[7] Figure 2.1.2 shows the delineated zones of Prilep city. Connectors have the function of connecting the traffic network to the zones. Figure 2.1.3 represents the connectors in place.

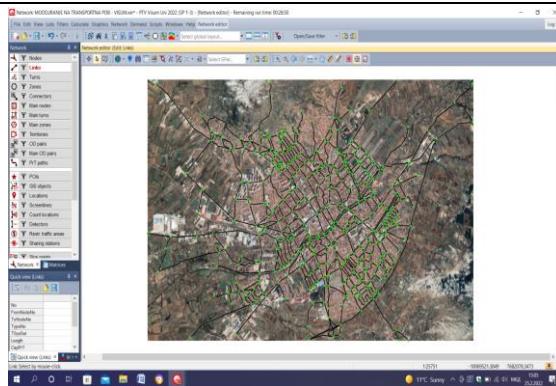


Fig. 2.1.1 Placed links and nodes

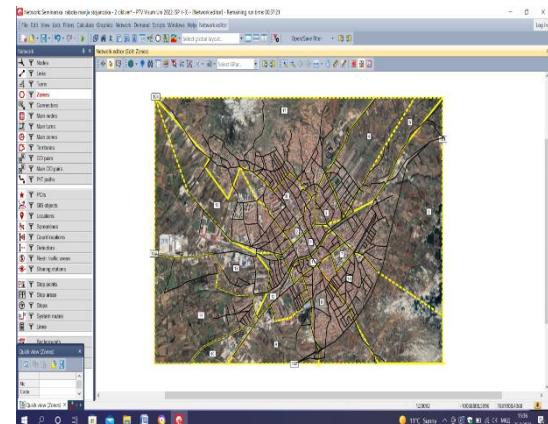


Fig. 2.1.2 Zoning of Prilep city

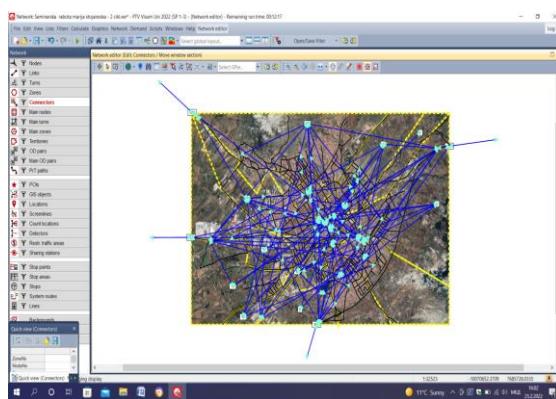


Fig. 2.1.3 Placed connectors for the city of Prilep

## 2.2 Creation of the demand model

In this step, the transport systems are first set up, the purpose of the zones is entered (home - work, home - school, home - shopping, home - rest, home - business road, home - not home, freight transit and individual

traffic), the period of analysis (top class), creating matrices for all purposes and entering data into them, calling and choosing a four-stage model.[8] Figure 2.2.1 shows the choice of four-stage model.

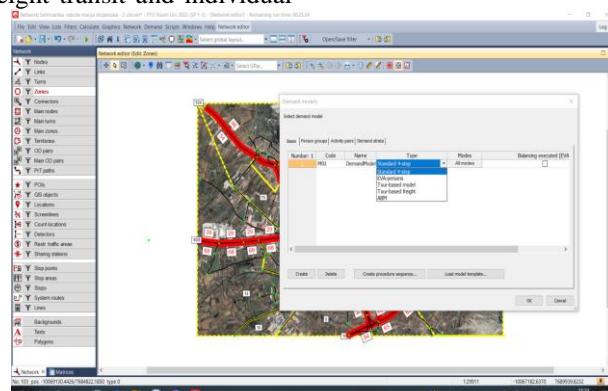


Fig. 2.2.1 Choice of the four-level standard model

### 2.3. Procedures for the calculation of modal sizes for private traffic in the city of Prilep

Calculation procedures are the most important part of a model. Here we do the generation of the trip, the distribution and rewriting of the trip, where we enter the

factors of attraction and production of the trips, the attributes are called, a Skim matrix is created that is resistant to all obstacles that would appear on the links. Creation of the private traffic and calculation of the modal sizes.

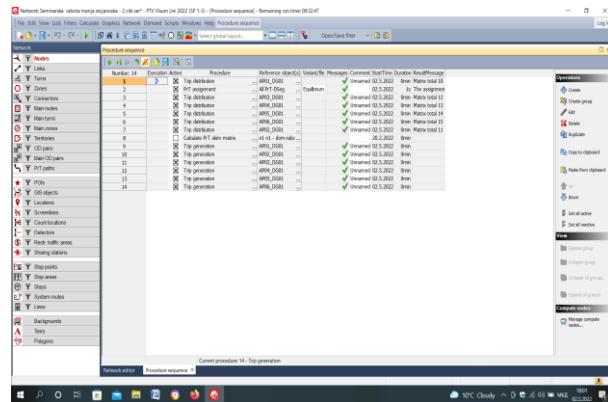


Fig. 2.3.1 Calculation of modal sizes for Prilep city

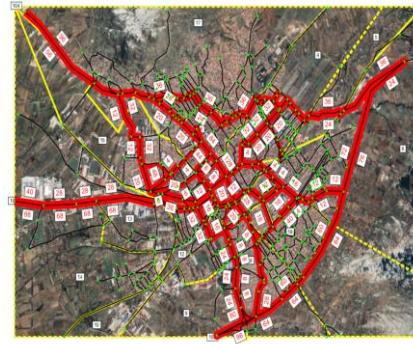


Fig. 2.3.2 Presentation of the modal sizes for the city of Prilep

### 2.4 Forecast of transport demand for private traffic in Prilep city in the coming years

The transportation demand forecast is made in order to see how the transportation demand will increase or decrease in a certain period of time. Projected values

for the traffic load of a particular city are a challenging task for any individual, and especially for a traffic engineer. The fastest and simplest traffic flow forecasting procedure is provided by the PTV VISUM software.[9] Figure 2.4.1 shows the 10-year forecast values.

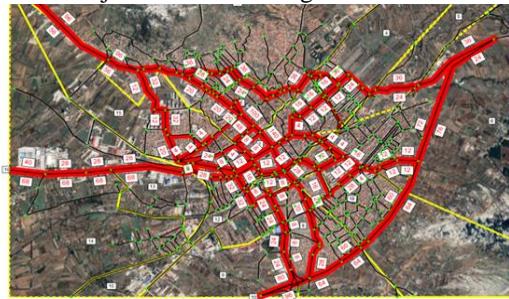


Fig. 2.4.1 Forecasted sizes of transport demand in Prilep city

### 3. Conclusion

Prilep is a city that has a well-built and connected traffic network, where the needs for travel are met with different transportation systems. The development of private journeys along the primary traffic network, train journeys along the built railway network and public city transport according to a pre-determined timetable, price and route of movement. With the help of the software tool PTV Vision VISUM, which is a professional software for traffic planning and detailed display of all modes of transportation, trips with private vehicles and public transportation, [3] a calculation and forecast of

the transportation demand for the city of Prilep was performed. In the first part, for the private transport, a base of the city of Prilep was set up, a scale, we created the transport systems (cars and freight transport), we drew the traffic network of the city from thoroughfares and intersections, we performed zoning and installation of the connectors that are the guides of the transport. demand. In the part where we created the model, we set the purpose of the zones, the matrices of the trips between the zones, the selection of the standard four-level model, the period of analysis and the selection of pri-

vate traffic. The procedure for the calculation and forecast of the transport demand is the most important part where the output results are obtained, ie the current and future demand for transport. We can conclude that private trips on the traffic-transportation network of the city of Prilep predominate. The largest number of private trips are on the entrance-exit routes of the city and in the central city area, where the most numerous activities for meeting human needs are concentrated.

#### References:

1. Associate Professor Atanasova Vaska, Ph.D., Simon Detelbach, Ph.D., Lidija Marković, Ph.D., PTV Vision VISUM MANUAL Bitola 2012
2. <https://www.myptv.com/en/mobility-software/ptv-visum> (Accessed: Октомври 09, 2022)
3. <https://www.gradskiprevozprilep.com/> (Accessed: Август 21, 2022)
4. <https://mk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%88%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BB%D0%B5>
5. <https://eprints.ugd.edu.mk/20255/1/3-The%20role%20of%20the%20city%20transport%20in%20Prilep%20and%20its%20application%20in%20tourism%20in%20the%20Republic%20of%20Macedonia%20%281%29.pdf>
6. <https://eprints.uklo.edu.mk/id/eprint/8858/1/volume8-issue04/9-IJLEMR-77805.pdf>
7. [https://www.researchgate.net/figure/Traffic-zones-in-the-city-of-Prilep-total-of-13-zones\\_fig6\\_326655962](https://www.researchgate.net/figure/Traffic-zones-in-the-city-of-Prilep-total-of-13-zones_fig6_326655962)
8. [https://www.researchgate.net/figure/integrated-4-step-model-in-visum\\_fig1\\_319403908](https://www.researchgate.net/figure/integrated-4-step-model-in-visum_fig1_319403908)
9. [https://uklo.edu.mk/wp-content/uploads/2021/11/I-02.Aтанасова\\_V\\_Марковић\\_L\\_TRANSPORT-DEMAND-FORECASTING-IN-SMALL-CITIES-USING-SOFTWARE-PACKAGE-FOR-A-SPECIFIC-EXAMPLE-FOR-GEVGELIJA-TOWN.p](https://uklo.edu.mk/wp-content/uploads/2021/11/I-02.Aтанасова_V_Марковић_L_TRANSPORT-DEMAND-FORECASTING-IN-SMALL-CITIES-USING-SOFTWARE-PACKAGE-FOR-A-SPECIFIC-EXAMPLE-FOR-GEVGELIJA-TOWN.p)

№77/2023

ISSN 3375-2389

The journal publishes materials on the most significant issues of our time. Articles sent for publication can be written in any language, as independent experts in different scientific and linguistic areas are involved. The international scientific journal “Danish Scientific Journal” is focused on the international audience. Authors living in different countries have an opportunity to exchange knowledge and experience.

The main objective of the journal is the connection between science and society. Scientists in different areas of activity have an opportunity to publish their materials. Publishing a scientific article in the journal is your chance to contribute invaluable to the development of science.

Editor in chief – Lene Larsen, Københavns Universitet  
Secretary – Sofie Atting

- Charlotte Caspansen – Syddansk Erhvervsakademi, Denmark
- Rasmus Jørgensen – University of Southern Denmark, Denmark
- Claus Jensen – Københavns Universitet, Denmark
- Benjamin Hove – Uddannelsescenter Holstebro, Denmark
- William Witten – Iowa State University, USA
- Samuel Taylor – Florida State University, USA
- Anie Ludwig – Universität Mannheim, Germany
- Javier Neziraj – Universidade da Coruña, Spain
- Andreas Bøhler – Harstad University College, Norway
- Line Haslum – Sodertorns University College, Sweden
- Daehoy Park – Chung Ang University, South Korea
- Mohit Gupta – University of Calcutta, India
- Vojtech Hanus – Polytechnic College in Jihlava, Czech Republic
- Agnieszka Wyszynska – Szczecin University, Poland

Also in the work of the editorial board are involved independent experts

1000 copies  
Danish Scientific Journal (DSJ)  
Istedgade 104 1650 København V Denmark  
email: publishing@danish-journal.com  
site: <http://www.danish-journal.com>

