

ISSN (Print) 2616-6836  
ISSN (Online) 2663-1296

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

# ХАБАРШЫСЫ

---

**BULLETIN**

of L.N. Gumilyov Eurasian  
National University

**ВЕСТНИК**

Евразийского национального  
университета имени Л.Н. Гумилева

**ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ** сериясы

**PHYSICS. ASTRONOMY** Series

Серия **ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

№2(127)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

**Нұр-Сұлтан, 2019**

**Nur-Sultan, 2019**

**Нур-Султан, 2019**

*Бас редакторы:*  
ф.-м.ғ. докторы  
**А.Қ. Арынгазин** (Қазақстан)

*Бас редактордың орынбасары*

**А.Т. Ақылбеков**, ф.-м.ғ.д., профессор  
(Қазақстан)

*Редакция алқасы*

<b>Алдонгаров А.А.</b>	PhD (Қазақстан)
<b>Балапанов М.Х.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Бахтизин Р.З.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Гиниятова Ш.Г.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Даулетбекова А.Қ.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Ержанов Қ.К.</b>	ф.-м.ғ.к., PhD (Қазақстан)
<b>Жұмаділов Қ.Ш.</b>	PhD (Қазақстан)
<b>Здоровец М.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Қадыржанов Қ.К.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Кайнарбай А.Ж.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Кутербеков Қ.А.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Лущик А.Ч.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Эстония)
<b>Морзабаев А.К.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Мырзақұлов Р.Қ.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Нұрахметов Т.Н.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Сауытбеков С.С.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Салиходжа Ж.М.</b>	ф.-м.ғ.к. (Қазақстан)
<b>Тлеукенов С.К.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Усеинов А.Б.</b>	PhD (Қазақстан)
<b>Хоши М.</b>	PhD, проф. (Жапония)

*Редакцияның мекенжайы:* 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, 349 б., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті.  
Тел.: +7(7172) 709-500 (ішкі 31-428)  
E-mail: vest\_phys@enu.kz

*Жауапты хатшы, компьютерде беттеген:* А. Нұрболат

**Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.**  
**ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы**

Меншіктенуші: ҚР БЖҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК  
Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.  
№16999-ж тіркеу куәлігімен тіркелген.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі, 12/1, 349 б.,  
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Тел.: +7(7172)709-500 (ішкі 31-428)

*Editor-in-Chief*  
Doctor of Phys.-Math. Sciences  
**A.K. Aryngazin** (Kazakhstan)

*Deputy Editor-in-Chief*

**A.T. Akilbekov**, Doctor of Phys.-Math. Sciences,  
Prof. (Kazakhstan)

*Editorial Board*

<b>Aldongarov A.A.</b>	PhD (Kazakhstan)
<b>Balapanov M.Kh.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
<b>Bakhtizin R.Z.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
<b>Dauletbekova A.K.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD (Kazakhstan)
<b>Giniyatova Sh.G.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
<b>Hoshi M.</b>	PhD, Prof. (Japan)
<b>Kadyrzhanov K.K.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Kainarbay A.Zh.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
<b>Kuterbekov K.A.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Lushchik A.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Estonia)
<b>Morzabayev A.K.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
<b>Myrzakulov R.K.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Nurakhmetov T.N.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Sautbekov S.S.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Salikhodzha Z. M</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
<b>Tleukenov S.K.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Useinov A.B.</b>	PhD (Kazakhstan)
<b>Yerzhanov K.K.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences, PhD(Kazakhstan)
<b>Zdorovets M.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences (Kazakhstan)
<b>Zhumadilov K.Sh.</b>	PhD (Kazakhstan)

*Editorial address:* L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2, Satpayev str., of. 349,  
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008  
Tel.: +7(7172) 709-500 (ext. 31-428)  
E-mail: vest\_phys@enu.kz

*Responsible secretary, computer layout:* A.Nurbolat

**Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.**

**PHYSICS. ASTRONOMY Series**

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan.

Registration certificate №16999-ж from 27.03.2018.

Circulation: 25 copies

Address of printing house: L.N. Gumilyov Eurasian National University, 12/1 Kazhimukan str.,  
Nur-Sultan, Kazakhstan 010008;

tel.:+7(7172) 709-500 (ext. 31-428)

*Главный редактор:*  
доктор ф.-м.н.  
**А.К. Арынгазин** (Казахстан)

*Зам. главного редактора*

**А.Т. Акилбеков**, доктор ф.-м.н.,  
профессор (Казахстан)

*Редакционная коллегия*

<b>Алдонгаров А.А.</b>	PhD (Казахстан)
<b>Балапанов М.Х.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Бахтизин Р.З.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Гиниятова Ш.Г.</b>	д.ф.-м.н. (Казахстан)
<b>Даулетбекова А.К.</b>	д.ф.-м.н., PhD (Казахстан)
<b>Ержанов К.К.</b>	д.ф.-м.н., PhD (Казахстан)
<b>Жумадилов К.Ш.</b>	доктор PhD (Казахстан)
<b>Здоровец М.</b>	к.ф.-м.н. (Казахстан)
<b>Кадыржанов К.К.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Кайнарбай А.Ж.</b>	д.ф.-м.н. (Казахстан)
<b>Кутербеков К.А.</b>	доктор ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Луцик А.Ч.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Эстония)
<b>Морзабаев А.К.</b>	д.ф.-м.н. (Казахстан)
<b>Мырзакулов Р.К.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Нурахметов Т.Н.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Сауытбеков С.С.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Салиходжа Ж.М.</b>	д.ф.-м.н. (Казахстан)
<b>Тлеукунов С.К.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Усеинов А.Б.</b>	PhD (Казахстан)
<b>Хоши М.</b>	PhD, проф. (Япония)

*Адрес редакции:* 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, каб. 349, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева.  
Тел.: (7172) 709-500 (вн. 31-428)  
E-mail: vest\_phys@enu.kz

*Ответственный секретарь, компьютерная верстка:* А. Нурболат

**Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.**  
**Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ**

Собственник РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК  
Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан.

Регистрационное свидетельство №16999-ж от 27.03.2018г.

Тираж: 25 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева. тел.: +7(7172)709-500 (вн. 31-428)

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ХАБАРШЫСЫ. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ сериясы

№2(127)/2019

МАЗМҰНЫ

<i>Алиева Г.Ж., Кабдрахимова Г.Д., Садықов Б.М., Насурлла М., Мукан Ж., Усабаева Г., Кучук Я., Жолдыбаев Т. К.</i> $E_p = 30$ МэВ энергиялық $^{103}\text{Rh}$ ядросындағы (p,xp) реакциясының екінші реттік протондар эмиссиясы	8
<i>Аралбаева Г.М., Гиниятова Ш.Г.</i> $\text{TiO}_2$ -де латентті тректердің параметрлерін бағалауға арналған термиялық шыңның моделі	16
<i>Жексембаева А., Абуова Ф.У., Ақылбеков А.Т., Абуова А.У., Сарсебай Е.</i> $\text{LaMnO}_3$ кристалының (001) бетіндегі процестерді кванттық механикалық модельдеу	25
<i>Мейрамбай А., Ержанов К.К., Ержанова Ж.О.</i> Фейнмандық диаграммалар толық интегралданатын статистикалық тор жүйесі ретінде	31
<i>Аумаликова М., Ибраева Д., Жумадилов К., Шижкина Е., Бахтин М., Кашкинбаев Е.</i> Уран өндіретін және өндейтін кәсіпорындарда жұмыс істейтін қызметкерлер мен тұрғылықты халықтың дозалық жүктемесін есептеу	38
<i>Ибраева А.Д.</i> $\text{Si}_3\text{N}_4$ -те тректүзілу механизмін сипаттау үшін термиялық шыңның серпімсіз моделінің қолдануын зерттеу	48
<i>Мырзакулов Н.А., Мырзакулова Ш.А., Мейрбеков Б.К.</i> $(2+1)$ өлшемді $F(T)$ гравитациясының фермиондық өріспен байланысқандағы космологиялық шешім	57
<i>Рахымбеков А.Ж.</i> Суперионды өткізгіштегі электрлік өткізгіштікті есептеу	67
<i>Сарсенова С.М., Степаненко В.Ф., Жумадилов К.Ш.</i> Оптикалық стимуляцияланған люминесценттік (ОСЛ) дозиметрия әдісінің қазіргі жағдайы	72
<i>Сүйжимбаева Н.Т., Калиев А.М., Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> Гейзенбергтің ХХХ моделіндегі 4-еуі кері аударылған спиндер үшін Бете анзацы	80

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. PHYSICS.  
ASTRONOMY SERIES

№2(127)/2019

CONTENTS

---

<i>Aliyeva G.Zh., Kabdrakhimova G.D., Sadykov B.M., Nassurlla M., Mukan Zh., Ussabaeva G., Kucuk Y., Zholdybaev T.K.</i> The emission of secondary protons from reaction (p,xp) at an energy of 30 MeV in the nucleus of $^{103}\text{Rh}$	8
<i>Aralbayeva G.M., Giniyatova Sh.G.</i> The thermal spike model to estimate the parameters of latent tracks in $\text{TiO}_2$	16
<i>Zheksembayeva A., Abuova F.U., Akylbekov A.T., Abuova A.U., Sarsebai E.</i> Quantum mechanical modeling of processes on the surface of a $\text{LaMnO}_3$ (001) crystal	25
<i>Meirambay A., Yerzhanov K.K., Yerzhanova Zh.O.</i> Feynman diagrams as a completely integrable lattice statistical system	31
<i>Aumalikova M., Ibrayeva D., Zhumadilov K., Shishkina E., Bakhtin M., Kashkinbayev Ye.</i> Calculation of radiation burden of personnel and public, working and living in area of the uranium mining and uranium-processing enterprises	38
<i>Ibrayeva A.D.</i> Study of the applicability of the inelastic thermal peak model to describe the track formation mechanism in $\text{Si}_3\text{N}_4$	48
<i>Myrzakulov N.A., Myrzakulova Sh.A., B.K Meirbekov</i> Cosmological solutions for $F(T)$ gravity with fermion fields in (2+1) dimensions	57
<i>Rakhymbekov A.Zh.</i> Calculation of electrical conductivity of a superionic conductor	67
<i>Sarsenova S.M., Stepanenko V.F., Zhumadilov K.Sh.</i> The modern state of optically stimulated luminescence (OSL) dosimetry method	72
<i>Suikimbayeva N.T., Kaliyev A.M., Razina O.V., Tsyba P.Yu.</i> The Bethe ansatz in the XXX model of Heisenberg for the 4-inverted spins	80

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. Серия ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ

№2(127)/2019

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Алиева Г.Ж., Кабдрахимова Г.Д., Садыков Б. М., Насурлла М., Мукан Ж., Усабаева Г., Кучук Я., Жолдыбаев Т. К.</i> Эмиссия вторичных протонов из реакции (p,xp) при энергии 30 МэВ на ядре $^{103}\text{Rh}$	8
<i>Аралбаева Г.М., Гиниятова Ш.Г.</i> Модель термического пика для оценки параметров латентных треков в $\text{TiO}_2$	16
<i>Жексембаева А., Абуова Ф.У., Акылбеков А.Т., Абуова А.У., Сарсебай Е.</i> Квантово-механическое моделирование процессов на поверхности кристалла $\text{LaMnO}_3$ (001)	25
<i>Мейрамбай А., Ержанов К.К., Ержанова Ж.О.</i> Фейнмановские диаграммы как вполне интегрируемая статистическая система решетки	31
<i>Аумаликова М., Ибраева Д., Жумадилов К., Шишкина Е., Бахтин М., Кашкинбаев Е.</i> Расчет дозовой нагрузки персонала и населения, работающих и проживающих в области уранодобывающего и ураноперерабатывающего предприятий	38
<i>Ибраева А.Д.</i> Изучение применимости модели неупругого термического пика для описания механизма трекообразования в $\text{Si}_3\text{N}_4$	48
<i>Мырзакулов Н.А., Мырзакулова Ш.А., Мейрбеков Б.К.</i> Космологические решения для $F(T)$ гравитации с фермионными полями в (2+1) размерности	57
<i>Рахымбеков А.Ж.</i> Расчет электрической проводимости суперионного проводника	67
<i>Сарсенова С.М., Степаненко В.Ф., Жумадилов К.Ш.</i> Современное состояние метода оптически стимулированной люминесцентной (ОСЛ) дозиметрии	72
<i>Суйкимбаева Н.Т., Калиев А.М., Разина О.В., Цыба П.Ю.</i> Анзац Бете в ХХХ модели Гейзенберга для 4-х перевернутых спинов	80

С.М. Сарсенова<sup>1</sup>, В.Ф. Степаненко<sup>2</sup>, К.Ш. Жумадилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

<sup>2</sup> Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба, Обнинск, Россия  
(E-mail: nuclei\_dsm20@mail.ru, valerifs@yahoo.com, kassymzh@yahoo.com)

### Современное состояние метода оптически стимулированной люминесцентной (ОСЛ) дозиметрии

**Аннотация:** В данной статье рассматривается один из методов твердотельной дозиметрии, основанный на явлении оптически стимулированной люминесценции. Существует множество природных и искусственных материалов, которые используются в качестве накопителей доз. Облученный материал подвергается воздействию света (ультрафиолетовый, видимый или инфракрасный), в результате испускается свет большей длины волны. Интенсивность света связана с количеством захваченного заряда, а оно пропорционально начальной дозе поглощенного излучения. По этому принципу ОСЛ применяется в ретроспективной дозиметрии (для реконструкции доз внешнего облучения) и в дозиметрии при аварийных ситуациях. В статье приведены примеры использования данного метода для объектов, где были произведены взрывы атомной бомбы (Хиросима и Нагасаки, Семипалатинский испытательный полигон) и произошли радиационные аварии (АЭС «Фукусима-1» и Чернобыльская АЭС). Исходя из результатов этих исследований, можно сказать, что ОСЛ дозиметрия имеет широкий спектр применения, а также высокую чувствительность в точной и подробной оценке доз.

**Ключевые слова:** ионизирующее излучение, поглощенная доза, ОСЛ дозиметрия, ТЛ люминофоры, кварцсодержащие образцы, оксид алюминия, фединг, рекомбинация.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2019-127-2-72-79>

**Введение.** На сегодняшний день существует множество методов дозиметрии. Одним из них является оптически-стимулированная люминесцентная (ОСЛ) дозиметрия, которая относится к твердотельной. Само явление оптически стимулированной люминесценции описывается как люминесценция, зависящая от дозы и испускаемая ранее облученным ионизирующим излучением материалом под действием света [1]. Длина волны воздействующего света должна быть меньше длины волны самого испускаемого света. Выход люминесценции пропорционален поглощенной дозе материала и зависит от интенсивности и длины волны стимулирующего света. Стимуляция света осуществляется двумя способами: режим непрерывной (незатухающей) волны и импульсный режим. В качестве накопителей доз используются природные и искусственные материалы: кварц, полевошпат, кремний, керамика, термолюминесцентные (ТЛ) люминофоры, оксид алюминия ( $Al_2O_3:C$ ), неделимые материалы (кирпичи, облицовочные плитки, глиняные изделия и др.) [2].

Теоретические аспекты и краткая история ОСЛ дозиметрии рассматриваются в работе Аксельрода [3]. Впервые данный метод был предложен в 1950-х годах, позже в 1980-х годах широко применялся в археологическом и геологическом датировании. После аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году возросла необходимость в точной оценке накопленных доз ионизирующих излучений, поэтому ОСЛ дозиметрия наряду с другими методами начала совершенствоваться и активно применяться.

Метод широко применяется в археологическом и геологическом датировании [4, 5], в медицине [6], а также в ретроспективной дозиметрии и в дозиметрии при аварийных ситуациях [7].

Исследованы методы ретроспективной дозиметрии в реальных условиях, для реконструкции доз внешнего облучения у населения использовались: метод ЭПР спектроскопии на зубной эмали, люминесцентный метод (ТЛ и ОСЛ) с использованием кварца, метод FISH на лимфоцитах крови [8]. Это пример того, что для полной и подробной оценки доз необходим целый комплекс методов дозиметрии.



Цель данной статьи – изучить метод твердотельной дозиметрии, основанный на явлении ОСЛ, сделать обзор самому методу, применяемым материалам, а также исследованиям, проведенным в местах, где были произведены взрывы атомной бомбы и произошли радиационные аварии.

**1. Материалы и методы.** Поглощение энергии от источника ионизирующего излучения изоляционным или полупроводниковым материалом приводит к возбуждению свободных электронов и дырок, с последующим поглощением этих электронных частиц на дефектах (центрах захвата заряда) внутри материала. После снятия возбуждения образец может быть оптически стимулирован и поглощенная энергия приведет к высвобождению носителей заряда одного знака, которые затем рекомбинируются с носителями заряда противоположного знака. Поглощение излучения и возбуждение заряда приводят к возмущению системы от состояния термодинамического равновесия до метастабильного состояния. Последующее поглощение внешней энергии метастабильным захваченным зарядом приводит к стимулированной релаксации системы обратно к ее равновесному режиму. В процессе релаксации происходит рекомбинация электронного заряда и, если эта рекомбинация является излучающей, появляется люминесценция. В ОСЛ источником стимулирующей энергии является свет (ультрафиолетовый, видимый или инфракрасный). Интенсивность люминесценции контролируется в виде функции времени, что приводит к построению характеристической кривой зависимости люминесценции от времени. Таким образом, исходная интенсивность связана с количеством захваченного заряда, который, в свою очередь, пропорционален начальной дозе поглощенного излучения. Это является основой для использования ОСЛ в радиационной дозиметрии [3].

Эффективность ОСЛ дозиметрии, конечно же, зависит от используемого материала. Как было сказано выше, для оценки доз внешнего облучения используются различные материалы, от них и зависит сама методика измерений. В данной статье мы не будем охватывать все методы, а лишь дадим обзор актуальным и интересным работам.

В статье МакКивера [9] представлен обзор последних разработок в области ОСЛ дозиметрии с использованием оксида алюминия, легированного углеродом ( $Al_2O_3:C$ ), а также работа исследовательской группы Государственного университета Оклахомы. Основные достижения: разработка оптико-волоконной системы в реальном времени для *in vivo* дозиметрии в лучевой терапии; разработка волоконной дозиметрической системы для дистанционного обнаружения радиологических загрязнителей в почве; характеристики оксида алюминия в области тяжелых заряженных частиц и исследование зависимости плотности ионизации ОСЛ от  $Al_2O_3:C$ ; быстрая и самостоятельная оценка естественных доз бета- и гамма- компонентов в природных отложениях. Эти достижения показывают универсальность метода при разработке новых дозиметрических приложений.

Рассмотрены перспективы применения наноразмерных порошков на основе нитрида алюминия (AlN) в качестве твердотельной среды для создания детекторов УФ-излучения [10]. В ходе исследований было обнаружено наличие длительной фосфоресценции после отключения возбуждающего сигнала, и ее необходимо учитывать при использовании нанопорошка для достоверной оценки поглощенной дозы методом ОСЛ в УФ-дозиметрии.

Были исследованы характеристики ОСЛ детекторов на основе высокочувствительного кристалла  $\alpha-Al_2O_3$ , выращенного методом вертикального градиентного замораживания. Данный метод ранее использовался для выращивания кристаллов  $LiCaAlF_6$ ,  $CdZnTe$  и др. Кристалл можно применять в качестве люминесцентного материала в ОСЛ дозиметрии для измерения очень низких доз [11]. Также были изучены ТЛ и ОСЛ характеристики природного красного и синего корунда, содержащий оксид алюминия ( $Al_2O_3$ ) [12].

Определение доз облучения населения после радиационной аварии или террористического акта – это одна из главных задач дозиметрической службы, которая требует постоянного совершенствования методов дозиметрии. В статье [13] представлены исследования по разработке метода ОСЛ дозиметрии с использованием резисторов мобильных телефонов, так как конструкция резистора содержит материал из керамики и резистор может быть легко извлечен из корпуса телефона. В настоящее время практически каждый человек носит с

собой мобильный телефон и где бы ни случились радиационная авария или террористический акт, можно определить дозу облучения, воздействию которого подвергся человек. Тем самым можно дать предварительную оценку того, кто получил максимальную или минимальную дозу в течении 144 часов после инцидента.

Бернхардсон и др. [15] провели сравнительные измерения доз внешнего облучения на основе ОСЛ в NaCl и ТЛ в LiF. Исследовалось радиоактивное загрязнение деревни Светиловичи (Беларусь) радионуклидом  $^{137}\text{Cs}$  в результате чернобыльской аварии [14]. В работе Ж.А. Адемолы исследованы люминесцентные свойства бытовой соли (NaCl), широко применяемой в Нигерии для ретроспективной дозиметрии в случае радиационных аварий. Результаты исследования показали, что в пределах погрешности образцы соли могут быть использованы в качестве дополнительных дозиметров в радиационных аварийных ситуациях.

Одним из методов, представляющих интерес, является ОСЛ дозиметрия по зубной эмали. Подробно исследованы ОСЛ свойства зубной эмали с целью разработки метода оценки доз *in vivo* после радиационной аварии или террористического акта. Несколько основных выводов в результате этого исследования: чувствительность зубов и их фрагментов значительно отличаются друг от друга; наблюдался быстрый спад ОСЛ сигнала в течение первых 12 часов; стимуляция голубым светом дает большую чувствительность, чем инфракрасная стимуляция. Измерение сразу после воздействия показало минимальное значение 27 мГр для самого чувствительного образца, а ограничение по времени составило 24 часа [16, 17].

**2. Обсуждение.** Дозиметрические исследования проводятся на радиационно-опасных объектах, так как необходимо выявлять и оценивать воздействие ионизирующего излучения на человека и его окружающую среду. Группа японских и группа американских ученых, при поддержке коллег из других стран, в течение многих лет работали над совершенствованием методов радиационной дозиметрии, применяемых в исследовании воздействия ионизирующего излучения на жителей, переживших взрыв атомной бомбы в Японии. Об этом говорится в докладе рабочего совещания по дозиметрии атомных бомб, где дается обзор факторам, связанным с дозами, для оценки воздействия остаточной радиации в Хиросиме и Нагасаки [18]. В работе Хашимото, Фуджита и др. [19] были применены несколько видов радиационно-индуцированных методов люминесценции, включая ТЛ и ОСЛ, для определения накопленных доз при взрыве атомной бомбы. В качестве образцов были использованы зерна кварца и полевого шпата, которые были извлечены из черепицы, собранной из зоны эпицентров Хиросимы и Нагасаки. Значения накопленных доз по ОСЛ: для кварца -  $28 \pm 3$  Гр (Хиросима) и  $8.2 \pm 1.1$  Гр (Нагасаки), а для полевого шпата -  $17 \pm 2$  Гр (Хиросима) и  $6.0 \pm 0.7$  Гр (Нагасаки). Эти значения оказались самыми низкими в сравнении с другими методами. Низкие накопленные дозы могут отражать физические свойства дозиметрических материалов (например, глубину залегания электронных или дырочных ловушек).

Проведены сравнительные расчеты доз бета- и гамма-излучений после аварии на АЭС «Фукусима-1» [20]. Применялся метод ОСЛ дозиметрии по зернам кварца. Кварцсодержащие образцы (кирпичи зданий) были отобраны в городах Одака и Минами-сома. Был выполнен расчет по методу Монте-Карло с использованием кода системы переноса частиц и тяжелых ионов (PHITS). Результаты расчетов хорошо согласуются с измеренными данными. Увеличение дозы, измеренной на поверхности кирпича, объяснялось вкладом бета-излучения, а небольшой уклон в профиле дозы в глубине кирпича был обусловлен вкладом гамма-излучения.

В работе Степаненко и др. [21] измерены накопленные дозы внешнего облучения в кварцсодержащих образцах, отобранных в районах радиационных осадков в результате аварии на АЭС «Фукусима-1». Кирпичи зданий были отобраны в городе Минами-сома и населенном пункте Иитате, прилегающих к АЭС. ОСЛ дозиметрия осуществлялась по единичным микрокристаллам (зернам) кварца. Изучена зависимость величины накопленной дозы от глубины залегания образцов. Было установлено, что на глубине 5-20 мм от внешней поверхности накопленная доза (после вычета фоновой дозы) для города Минами-сома составляет  $25 \pm 6$  мГр, а для населённого пункта Иитате -  $73 \pm 18$  мГр.

Проведены исследования методом ретроспективной люминесцентной дозиметрии (РЛД) по кварцсодержащим кирпичам, извлеченных из зданий в населенных пунктах Казахстана

и Алтая в целях определения накопленной дозы внешнего гамма-облучения в результате выпадения радиационных осадков [22]. При определении суммарной поглощенной дозы в воздухе из-за осадков составили: Долонь -  $475 \pm 110$  мГр, Канонерка -  $240 \pm 60$  мГр и Лесхоз Тополинский -  $230 \pm 70$  мГр. Во всех других пунктах полученные экспериментальные значения накопленной поглощенной дозы не указывали на наличие значительных доз, обусловленных выпадением радиоактивных осадков, которые можно было бы обнаружить в пределах около 25 мГр. Полученные результаты демонстрируют пригодность люминесцентного метода для картирования вариаций накопленной дозы в пределах относительно узкого отсека распределения радиоактивных осадков по результатам испытания 1949 года. Такая работа необходима для обеспечения точной реконструкции доз в населенных пунктах, так как преобладание короткоживущих радионуклидов в выпадениях и высокая степень неоднородности в распределении осадков являются проблематичными для применения общепринятых методов дозиметрии.

После получения результатов по высоким дозам в сравнении с другими населенными пунктами в селе Долонь продолжились исследования по оценке накопленных доз внешнего облучения [23]. Приведены результаты Европейской исследовательской группы. Измерения проводились в четырех лабораториях. В каждую лабораторию было отправлено по кусочку от каждого из четырех кирпичей (размером примерно 3 см × 7 см × 12 см) из села Долонь. Образцы - KSD 2-1 (большая церковь), KSD 1-3 (большая церковь), KSD 3-2 (малая церковь) и KSD 4-1 (школа). В результате исследований было установлено, что измеренные значения суммарной накопленной дозы согласуются в пределах  $\pm 10\%$ , и в этих пределах систематической разницы между ОСЛ и ТЛ не наблюдалось. После вычитания суммарной фоновой дозы для глубины 10 мм от поверхности кирпича, средняя доза радиоактивных осадков для четырех взаимно сопоставимых местоположений, отобранных в селе, составляет  $204 \pm 38$  мГр. Это значение хорошо согласуется с ранее опубликованными значениями суммарной дозы для глубины 10 мм от поверхности кирпича ( $182 \pm 38$  мГр), о которых ранее сообщала исследовательская группа в работе [22].

Группа ученых провела сравнительный анализ значений доз методом РЛД также в селе Долонь. Были отобраны четыре цельных кирпича в качестве образцов из зданий, указанных в работе [23]. Срезы из этих кирпичей были распределены между шестью лабораториями в Финляндии, Германии, Японии, России, Великобритании и США для независимых оценок методом РЛД накопленной дозы внешнего облучения. Определялась плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{239+240}\text{Pu}$  в деревне и близлежащих местах. Результаты исследований приведены в работе [24].

Проведены исследования по совершенствованию люминесцентных методов и ряда методологических разработок, включая характеристику внешнего усредненного по времени поля гамма-излучения с помощью профилей глубинных доз в кирпичах и применение методов вычислительного моделирования для получения оценок дозы в воздухе в контрольных местах, пригодных для использования при реконструкции дозы [25]. В качестве объектов были выбраны города Новозыбков и Жаровщина (Брянская область, Россия), так как они относятся к радиоактивно загрязненным городам с подветренной стороны Чернобыльской АЭС. Суммарная доза внешнего гамма-облучения после аварии в радиоактивно загрязненных городах и населенных пунктах Украины, Беларуси и России колеблется в широких пределах от нескольких Гр в ближайших населенных пунктах, таких как Припять, до нескольких десятков мГр в отдаленных населенных пунктах, получивших низкие количества радиоактивных осадков.

В этом разделе рассматривались результаты измерений накопленных доз внешнего облучения в зависимости от глубины исследования кварцсодержащих образцов. Нижеуказанная таблица наглядно иллюстрирует возможность применения метода ОСЛ как при радиационных авариях, так и при реконструкции доз облучения населения. Данные взяты из работ [21, 23, 25] для объектов АЭС «Фукусима-1», Чернобыльской АЭС и Семипалатинского испытательного полигона соответственно (эти данные сравнению не подлежат, так как имеют место самые различные факторы).

Таблица 1 - Накопленные дозы внешнего облучения в зависимости от глубины исследования кварцсодержащих образцов.

№	Город/населенный пункт	Глубина в кусках кирпичей, мм	Поглощенная доза, мГр	Дата/период события
1	Минами-сома	5-20	25±6	Март, 2011 г.
2	Иитате	5-20	73±18	
3	Новозыбков	5-20	100±10	Апрель, 1986 г.
		90-110	23±6	
5	Жаровщина	5-20	27±8	
		90-110	17±9	
6	Долонь Большая церковь	10±2	675±32	С августа 1949 г. по октябрь 1989 г.
		100±2	532±43	
	Малая церковь	10±2	693±30	
		100±2	551±25	
	Школа	10±2	598±39	
		100±2	445±31	

Исследования авторов, рассмотренные в данной статье, показывают широкий спектр применения методов ОСЛ дозиметрии в зависимости от материалов. Стоит также отметить недостатки при проведении исследований данным методом. Для подготовки образцов и проведения измерений требуется много времени, а также измерения должны проводить высококвалифицированные специалисты в области ОСЛ дозиметрии.

**Закключение.** В статье дается обзор исследованиям в области ОСЛ дозиметрии с использованием оксида алюминия, легированного углеродом ( $Al_2O_3:C$ ), наноразмерных порошков на основе нитрида алюминия (AlN), кристалла  $\alpha-Al_2O_3$ , а также с использованием резисторов мобильных телефонов, бытовой соли (NaCl), зубной эмали человека.

Приведены примеры использования данного метода для объектов, где были произведены взрывы атомной бомбы (Хиросима и Нагасаки, Семипалатинский испытательный полигон) и произошли радиационные аварии (АЭС «Фукусима-1» и Чернобыльская АЭС).

Для определения накопленных доз при взрыве атомной бомбы в Хиросиме и Нагасаки в качестве образцов были использованы зерна кварца и полевого шпата. Проведены сравнительные расчеты доз бета- и гамма-излучений, а также измерены накопленные дозы внешнего облучения в районе радиационных осадков после аварии на АЭС «Фукусима-1». Кварцсодержащие образцы (кирпичи зданий) были отобраны в городах Одака и Минами-сома, в населенном пункте Иитате, прилегающих к АЭС.

На территории Казахстана исследования методом ОСЛ дозиметрии проводились для оценки накопленных доз внешнего облучения в результате ядерных испытаний на Семипалатинском полигоне. Использовались кварцсодержащие кирпичи, извлеченные из зданий в населенных пунктах. После получения результатов по высоким дозам в селе Долонь продолжились исследования по оценке накопленных доз внешнего облучения.

Проведены исследования по совершенствованию люминесцентных методов и ряда методологических разработок, пригодных для использования при реконструкции доз внешнего гамма-облучения после аварии на Чернобыльской АЭС. В качестве объектов были выбраны города Новозыбков и Жаровщина (Россия), так как они относятся к радиоактивно загрязненным городам.

Можно сделать вывод, что на сегодняшний день метод ОСЛ дозиметрии несмотря на свои недостатки является высокочувствительным, широко применяемым в различных областях исследования, а также постоянно совершенствующимся методом.

## Список литературы

- 1 Lopes C. C. et al. Optically stimulated luminescence of CaF<sub>2</sub>: Ce // Journal of Luminescence. – 2018. – Т. 199. – С. 266-270.
- 2 Botter-Jensen L., McKeever S. W. S. Optically stimulated luminescence dosimetry using natural and synthetic materials // Radiation protection dosimetry. – 1996. – Т. 65. – №. 1-4. – С. 273-280.
- 3 Akselrod M.S. Fundamentals of materials, techniques and instrumentation for OSL and FNTD dosimetry // AIP Conference Proceedings 1512. – Stillwater, 2013. – С. 1312.
- 4 Chruscinska A. et al. Luminescence dating of bricks from the gothic Saint James Church in Toru? // Geochronometria. – 2014. – Т. 41. – №. 4. – С. 352-360.
- 5 Gliganic L. A. et al. OSL surface exposure dating of a lithic quarry in Tibet: Laboratory validation and application // Quaternary Geochronology. – 2019. – Т. 49. – С. 199-204.
- 6 Yukihiro E. G., McKeever S. W. S. Optically stimulated luminescence (OSL) dosimetry in medicine // Physics in Medicine & Biology. – 2008. – Т. 53. – №. 20. – С. R351.
- 7 Bailiff I. K., Sholom S., McKeever S. W. S. Retrospective and emergency dosimetry in response to radiological incidents and nuclear mass-casualty events: a review // Radiation Measurements. – 2016. – Т. 94. – С. 83-139.
- 8 Дегтева М. О. и др. Ретроспективная дозиметрия при проживании на радиоактивно-загрязненных территориях: анализ результатов исследований на реке Теча // Медико-биологические эффекты хронического радиационного воздействия. Челябинск: Из-во «Фрегат». – 2005. – С. 305-360.
- 9 McKeever S. W. S. et al. Recent advances in dosimetry using the optically stimulated luminescence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: C // Radiation protection dosimetry. – 2004. – Т. 109. – №. 4. – С. 269-276.
- 10 Вохминцев А. С. и др. Параметры оптически стимулированной люминесценции в нанопорошках на основе нитрида алюминия // Наносистемы, наноматериалы, нанотехнологии. – 2011.
- 11 Sun T. et al. Optically stimulated luminescence of  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: C by the vertical gradient freezing (VGF) method // Journal of Luminescence. – 2019. – Т. 205. – С. 568-571.
- 12 Kalita J. M., Thomas S., Chithambo M. L. Thermally and optically stimulated luminescence of natural red and blue corundum (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) // Journal of Luminescence. – 2019. – Т. 205. – С. 417-422.
- 13 Smith R. W. et al. Development of a retrospective/fortuitous accident dosimetry service based on OSL of mobile phones // Radiation protection dosimetry. – 2015. – Т. 164. – №. 1-2. – С. 89-92.
- 14 Bernhardsson C. et al. Comparative measurements of the external radiation exposure in a <sup>137</sup>Cs contaminated village in Belarus based on optically stimulated luminescence in NaCl and thermoluminescence in LiF // Health physics. – 2012. – Т. 103. – №. 6. – С. 740-749.
- 15 Ademola J. A. Luminescence properties of common salt (NaCl) available in Nigeria for use as accident dosimeter in radiological emergency situation // Journal of Radiation Research and Applied Sciences. – 2017. – Т. 10. – №. 2. – С. 117-121.
- 16 DeWitt R. et al. Optically stimulated luminescence (OSL) of tooth enamel and its potential use in post-radiation exposure triage // Health physics. – 2010. – Т. 98. – №. 2. – С. 432.
- 17 Sholom S. et al. Emergency dose estimation using optically stimulated luminescence from human tooth enamel // Radiation measurements. – 2011. – Т. 46. – №. 9. – С. 778-782.
- 18 Kerr G. D. et al. Workshop report on atomic bomb dosimetry—review of dose related factors for the evaluation of exposures to residual radiation at Hiroshima and Nagasaki // Health physics. – 2015. – Т. 109. – №. 6. – С. 582-600.
- 19 Hashimoto T. et al. Comparison of accumulated doses in quartz and feldspar extracts from atomic bomb-exposed roof tiles using several luminescence methods // Radiation measurements. – 2006. – Т. 41. – №. 7-8. – С. 1015-1019.
- 20 Endo S. et al. Comparison of calculated beta-and gamma-ray doses after the Fukushima accident with data from single-grain luminescence retrospective dosimetry of quartz inclusions in a brick sample // Journal of radiation research. – 2018. – Т. 59. – №. 3. – С. 286-290.
- 21 Степаненко В.Ф. и др. Опыт инструментальной оценки накопленных доз внешнего облучения с использованием метода ретроспективной люминесцентной дозиметрии по единичным микрокристаллам кварца из кварцсодержащих образцов, отобранных в префектуре Фукусима, Япония // Радиация и риск. – 2018. – Т. 27. – № 3. – С. 79-90.
- 22 Bailiff I. K. et al. The application of retrospective luminescence dosimetry in areas affected by fallout from the Semipalatinsk nuclear test site: an evaluation of potential // Health Physics. – 2004. – Т. 87. – №. 6. – С. 625-641.
- 23 Guksu Y. H. et al. Intercomparison of luminescence measurements of bricks from Dolon'village: Experimental methodology and results of European study group // Journal of radiation research. – 2006. – Т. 47. – №. Suppl A. – С. A29-A37.
- 24 Stepanenko V. F. et al. International Intercomparison of Retrospective Luminescence Dosimetry method: sampling and distribution of the brick samples from Dolon' village, Kazakhstan // Journal of radiation research. – 2006. – Т. 47. – №. Suppl A. – С. A15-A21.
- 25 Bailiff I. K. The development of retrospective luminescence dosimetry for dose reconstruction in areas downwind of Chernobyl // Radiation protection dosimetry. – 1999. – Т. 84. – №. 1-4. – С. 411-419.

С.М. Сарсенова<sup>1</sup>, В.Ф. Степаненко<sup>2</sup>, К.Ш. Жумадилов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>2</sup> А.Ф. Цыба атындағы медициналық радиологиялық ғылыми орталық, Обнинск, Ресей

### Оптикалық стимуляцияланған люминесценттік (ОСЛ) дозиметрия әдісінің қазіргі жағдайы

**Аңдатпа:** Берілген мақалада оптикалық стимуляцияланған люминесценция құбылысына негізделген қатты дене дозиметриясы әдістерінің бірі қарастырылған. Дозаларды жинақтаушы ретінде қолданылатын көптеген табиғи және жасанды материалдар бар. Сәулеленген материал жарықтың (ультрақұлгін, көрінетін немесе инфрақызыл) әсеріне ұшырайды, нәтижесінде толқын ұзындығы үлкенірек жарық шығарылады. Жарық интенсивтілігі қармап алынған зарядтың санына байланысты, ал ол жұтылған сәулеленудің бастапқы дозасына пропорционал. Осы принцип бойынша ОСЛ ретроспективті дозиметрияда (сыртқы сәулелену дозаларын қайта құру үшін) және апат жағдайлары кезіндегі дозиметрияда қолданылады. Мақалада атом бомбасының жарылысы жасалған (Хиросима және Нагасаки, Семей сынақ полигоны) және радиациялық апат болған («Фукусима-1» АЭС-сы және Чернобыль АЭС-сы) объектілер үшін берілген әдістің қолданылу мысалдары келтірілген. Осы зерттеулер нәтижелерінен ОСЛ дозиметрияның қолданылу аясы кең, сондай-ақ дозаларды дәл әрі толық бағалауда сезімталдығы жоғары екені туралы айтуға болады.

**Түйін сөздер:** иондаушы сәулелену, жұтылған доза, ОСЛ дозиметрия, ТЛ люминофорлар, құрамында кварц бар үлгілер, алюминий оксиді, фединг, рекомбинация.

S.M. Sarsenova<sup>1</sup>, V.F. Stepanenko<sup>2</sup>, K.Sh. Zhumadilov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>2</sup> Medical Radiological Research Center named after A.Tsyb, Obninsk, Russia

### The modern state of optically stimulated luminescence (OSL) dosimetry method

**Abstract:** This article discusses one of the methods of solid-state dosimetry, based on the phenomenon of optically stimulated luminescence. There are many natural and artificial materials that are used as dose accumulators. The irradiated material is exposed to light (ultraviolet, visible or infrared), resulting in a longer wavelength of light. The light intensity is related to the amount of charge captured, and it is proportional to the initial dose of absorbed radiation. According to this principle, OSL is used in retrospective dosimetry (for reconstruction of external radiation doses) and in emergency dosimetry. The article provides examples of the use of this method for the objects where the atomic bomb explosions were made (Hiroshima and Nagasaki, Semipalatinsk test site) and radiation accidents occurred (Fukushima-1 and Chernobyl NPP). Based on the results of these studies, it can be said that the dosimetry has a wide range of applications, as well as high sensitivity in accurate and detailed dose assessment.

**Keywords:** ionizing radiation, absorbed dose, OSL dosimetry, TL phosphors, quartz-containing samples, aluminum oxide, fading, recombination.

## References

- 1 Lopes C. C. et al. Optically stimulated luminescence of CaF<sub>2</sub>: Ce, Journal of Luminescence, 199, 266-270 (2018).
- 2 Botter-Jensen L., McKeever S. W. S. Optically stimulated luminescence dosimetry using natural and synthetic materials, Radiation protection dosimetry, 65 (1-4), 273-280 (1996).
- 3 Akselrod M.S. Fundamentals of materials, techniques and instrumentation for OSL and FNTD dosimetry. AIP Conference Proceedings 1512. Stillwater, 2013, 1312.
- 4 Chruscinska A. et al. Luminescence dating of bricks from the gothic Saint James Church in Toru?, Geochronometria, 41 (4), 352-360 (2014).
- 5 Gliganic L. A. et al. OSL surface exposure dating of a lithic quarry in Tibet: Laboratory validation and application, Quaternary Geochronology, 49, 199-204 (2019).
- 6 Yukihiro E. G., McKeever S. W. S. Optically stimulated luminescence (OSL) dosimetry in medicine, Physics in Medicine & Biology, 53 (20), R351 (2008).
- 7 Bailiff I. K., Sholom S., McKeever S. W. S. Retrospective and emergency dosimetry in response to radiological incidents and nuclear mass-casualty events: a review, Radiation Measurements, 94, 83-139 (2016).
- 8 Degteva M. O. i dr. Retrospektivnaja dozimetrija pri prozhivanii na radioaktivno-zagryzajennyh territorijah: analiz rezul'tatov issledovanij na reke Techa [Retrospective dosimetry at the residence on radiation contaminated territories: analysis of the study results on the Techa river], Mediko-biologicheskie jeffekty hronicheskogo radiacionnogo vozdejstvija [Medical and Biological Effects of Chronic Radiation Exposure], 305-360 (2005). [in Russian]
- 9 McKeever S. W. S. et al. Recent advances in dosimetry using the optically stimulated luminescence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: C, Radiation protection dosimetry, 109 (4), 269-276 (2004).
- 10 Vohmincev A. S. i dr. Parametry opticheski stimulirovannoj ljuminescencii v nanoporoshkah na osnove nitrida aljuminija [The parameters of the optical stimulated luminescence in nanopowders on the basis of aluminum nitride], Nanosistemi, nanomateriali, nanotehnologii [Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies], 9(2), 365-374 (2011). [in Russian]
- 11 Sun T. et al. Optically stimulated luminescence of  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: C by the vertical gradient freezing (VGF) method, Journal of Luminescence, 205, 568-571 (2019).
- 12 Kalita J. M., Thomas S., Chithambo M. L. Thermally and optically stimulated luminescence of natural red and blue corundum (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Journal of Luminescence, 205, 417-422 (2019).

- 13 Smith R. W. et al. Development of a retrospective/fortuitous accident dosimetry service based on OSL of mobile phones, *Radiation protection dosimetry*, 164 (1-2), 89-92 (2015).
- 14 Bernhardsson C. et al. Comparative measurements of the external radiation exposure in a  $^{137}\text{Cs}$  contaminated village in Belarus based on optically stimulated luminescence in NaCl and thermoluminescence in LiF, *Health physics*, 103 (6), 740-749 (2012).
- 15 Ademola J. A. Luminescence properties of common salt (NaCl) available in Nigeria for use as accident dosimeter in radiological emergency situation, *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 10 (2), 117-121 (2017).
- 16 DeWitt R. et al. Optically stimulated luminescence (OSL) of tooth enamel and its potential use in post-radiation exposure triage, *Health physics*, 98 (2), 432 (2010).
- 17 Sholom S. et al. Emergency dose estimation using optically stimulated luminescence from human tooth enamel, *Radiation measurements*, 46 (9), 778-782 (2011).
- 18 Kerr G. D. et al. Workshop report on atomic bomb dosimetry—review of dose related factors for the evaluation of exposures to residual radiation at Hiroshima and Nagasaki, *Health physics*, 109 (6), 582-600 (2015).
- 19 Hashimoto T. et al. Comparison of accumulated doses in quartz and feldspar extracts from atomic bomb-exposed roof tiles using several luminescence methods, *Radiation measurements*, 41 (7-8), 1015-1019 (2006).
- 20 Endo S. et al. Comparison of calculated beta-and gamma-ray doses after the Fukushima accident with data from single-grain luminescence retrospective dosimetry of quartz inclusions in a brick sample, *Journal of radiation research*, 59 (3), 286-290 (2018).
- 21 Stepanenko V.F. i dr. Opyt instrumental'noj ocenki nakoplenykh doz vneshnego oblucheniya s ispol'zovaniem metoda retrospektivnoj ljuminescentnoj dozimetrii po edinichnym mikrokristallam kvarca iz kvarcsoderzhashhih obrazcov, otobrannykh v prefektуре Fukusima, Japonija [An experience of instrumental estimation of cumulative external doses using single grain luminescence retrospective dosimetry method with quartz containing samples from Fukushima prefecture, Japan], *Radiacija i risk [Radiation and Risk]*, 27(3), 79-90 (2018). [in Russian]
- 22 Bailiff I. K. et al. The application of retrospective luminescence dosimetry in areas affected by fallout from the Semipalatinsk nuclear test site: an evaluation of potential, *Health Physics*, 87 (6), 625-641 (2004).
- 23 Guksu Y. H. et al. Intercomparison of luminescence measurements of bricks from Dolon'village: Experimental methodology and results of European study group, *Journal of radiation research*, 47 (Suppl A), A29-A37 (2006).
- 24 Stepanenko V. F. et al. International Intercomparison of Retrospective Luminescence Dosimetry method: sampling and distribution of the brick samples from Dolon' village, Kazakhstan, *Journal of radiation research*, 47 (Suppl A), A15-A21 (2006).
- 25 Bailiff I. K. The development of retrospective luminescence dosimetry for dose reconstruction in areas downwind of Chernobyl, *Radiation protection dosimetry*, 84 (1-4), 411-419 (1999).

**Сведения об авторах:**

*Сарсенова С.М.* - докторант 1-го курса международной кафедры ядерной физики, новых материалов и технологий, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

*Степаненко В.Ф.* - профессор, доктор биологических наук, заведующий лабораторией медико-экологической дозиметрии и радиационной безопасности, Медицинский радиологический научный центр имени А.Ф. Цыба, ул. Королева, 4, Обнинск, Россия.

*Жумадилов К.Ш.* - PhD, доцент, заведующий Международной кафедрой ядерной физики, новых материалов и технологий, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

*Sarsenova S.M.* - 1st year Doctoral Student of the International Department of Nuclear Physics, New Materials and Technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., 2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Stepanenko V.F.* - Professor, Doctor of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Medical and Environmental Dosimetry and Radiation Safety, Medical Radiological Research Center named after A.Tsyb, Korolev str., 4, Obninsk, Russia.

*Zhumadilov K.Sh.* - PhD, Associate Professor, Head of the International Department of Nuclear Physics, New Materials and Technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., 2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.04.2019

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы»  
журналында мақала жариялау ережесі

Журнал редакциясы авторларға осы нұсқаулықпен толық танысып, журналға мақала әзірлеу мен дайын мақаланы журналға жіберу кезінде басшылыққа алуды ұсынады. Бұл нұсқаулық талаптарының орындалмауы сіздің мақалаңыздың жариялануын кідіртеді.

1. **Журнал мақсаты.** Физика мен астрономия салаларының теориялық және эксперименталды зерттелулері бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Баспаға (барлық жариялаушы авторлардың қол қойылған қағаз нұсқасы және электронды нұсқа) журналдың түпнұсқалы стильдік файлының міндетті қолданысымен LaTeX баспа жүйесінде дайындалған Tex- пен Pdf-файлындағы жұмыстар ұсынылады. Стильдік файлды *bulphysast.enu.kz* журнал сайтынан жүктеп алуға болады. Сонымен қатар, автор(лар) ілеспе хат ұсынуы керек.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысында басуға келісімін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісімін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

ГТАМРК <http://grnti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аңдатпа (100-200 сөз; күрделі формулаларсүзсіз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы /зерттеу /әдістері нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

5. **Таблица, суреттер** – Жұмыстың мәтінінде кездесетін таблицалар мәтіннің ішінде жеке нөмірленіп, мәтін көлемінде сілтемелер түрінде көрсетілуі керек. Суреттер мен графиктер PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX форматындағы стандарттарға сай болуы керек. Нүктелік суреттер кеңейтілімі 600 dpi кем болмауы қажет. Суреттердің барлығы да айқын әрі нақты болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана номерленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

6. Жұмыста қолданылған әдебиеттер тек жұмыста сілтеме жасалған түпнұсқалық көрсеткішке сай (сілтеме беру тәртібінде немесе ағылшын әліпбиі тәртібі негізінде толтырылады) болуы керек. Баспадан шықпаған жұмыстарға сілтеме жасауға тұйым салынады.

Сілтемені беруде автор қолданған әдебиеттің бетінің нөмірін көрсетпей, келесі нұсқаға сүйеніңіз дұрыс: тараудың номері, бөлімнің номері, тармақтың номері, теораманың (лемма, ескерту, формуланың және т.б.) номері көрсетіледі. Мысалы: қараңыз [3; § 7, лемма 6]», «...қараңыз [2; 5 теорамандағы ескерту]». Бұл талап орындалмаған жағдайда мақаланы ағылшын тіліне аударғанда сілтемелерде қателіктер туындауы мүмкін.

#### Әдебиеттер тізімін рәсімдеу мысалдары

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. –М: Физматлит, –1994, –376 стр. – **кітап**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темирғалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики –2014. –Т.54. № 7. –С. 1059-1077. - **мақала**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. – **конференция еңбектері**

4 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. –Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. –С.7. – **газеттік мақала**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронды журнал**

7. Әдебиеттер тізімінен соң автор өзінің библиографиялық мәліметтерін орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде орындалса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде орындалса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде орындалса) жазу қажет. Соңынан транслиттік аударма мен ағылшын тілінде берілген әдебиеттер тізімінен соң әр автордың жеке мәліметтері (қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде – ғылыми атағы, қызметтік мекенжайы, телефоны, e-mail-ы) беріледі.

8. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек. Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.



**9. Төлемақы.** Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 2018 жылы 4500 тенге – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиты:

1)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

**Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Physics. Astronomy series"**

*The journal editorial board asks the authors to read the rules and adhere to them when preparing the articles, sent to the journal. Deviation from the established rules delays the publication of the article.*

**1. Purpose of the journal.** Publication of carefully selected original scientific.

2. The scientific publication office accepts the article (in electronic and printed, signed by the author) in Tex- and Pdf-files, prepared in the LaTeX publishing system with mandatory use of the original style log file. The style log file can be downloaded from the journal website *bulphysast.enu.kz*. And you also need to provide the cover letter of the author(s).

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

**3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.**

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

**5. Structure of the article**

**GRNTI** <http://grnti.ru/>

**Initials and Surname of the author (s)**

**Full name of the organization, city, country** (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

**Author's e-mail (s)**

**Article title**

**Abstract** (100-200 words, it should not contain a big formulas, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

**Key words** (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

**The main text of the article** should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

Tables are included directly in the text of the article; it must be numbered and accompanied by a reference to them in the text of the article. Figures, graphics should be presented in one of the standard formats: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Bitmaps should be presented with a resolution of 600 dpi. All details must be clearly shown in the figures.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial** support of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

**6.** The list of literature should contain only those sources (numbered in the order of quoting or in the order of the English alphabet), which are referenced in the text of the article. References to unpublished issues, the results of which are used in evidence, are not allowed. Authors are recommended to exclude the reference to pages when referring to the links and guided by the following template: chapter number, section number, paragraph number, theorem number (lemmas, statements, remarks to the theorem, etc.), number of the formula. For example, "... , see [3, § 7, Lemma 6]"; "... , see [2], a remark to Theorem 5". Otherwise, incorrect references may appear when preparing an English version of the article.

**Template**

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр.-**book**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалеев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **journal article**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - - **Conferences proceedings**

4 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. **newspaper articles**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **Internet resources**

**7.** At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language). Then a combination of the English-language and transliterated parts of the references list and information about authors (scientific degree, office address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English) is given.

**8. Work with electronic proofreading.** Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days. Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

**Periodicity of the journal:** 4 times a year.

**9. Payment.** Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: КСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

**Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия: Физика. Астрономия»**

Редакция журнала просит авторов ознакомиться с правилами и придерживаться их при подготовке работ, направляемых в журнал. Отклонение от установленных правил задерживает публикацию статьи.

1. **Цель журнала.** Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ по актуальным проблемам теоретических и экспериментальных исследований в области физики и астрономии.

2. В редакцию (в бумажном виде, подписанном всеми авторами и в электронном виде) представляются Tex- и Pdf-файлы работы, подготовленные в издательской системе LaTeX, с обязательным использованием оригинального стилевого файла журнала. Стилиевой файл можно скачать со сайта журнала *bulphysast.enu.kz*. Автору (авторам) необходимо предоставить сопроводительное письмо.

**Язык публикаций:** казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. **Схема построения статьи**

**ГРНТИ** <http://grnti.ru/>

**Инициалы и фамилия автора(ов)**

**Полное наименование организации, город, страна** (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

**E-mail** автора(ов)

**Название статьи**

**Аннотация** (100-200 слов; не должна содержать громоздкие формулы, по содержанию повторять название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы).

**Ключевые слова** (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

**Основной текст статьи** должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы включаются непосредственно в текст работы, они должны быть пронумерованы и сопровождаться ссылкой на них в тексте работы. Рисунки, графики должны быть представлены в одном из стандартных форматов: PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX. Точечные рисунки необходимо выполнять с разрешением 600 dpi. На рисунках должны быть ясно переданы все детали.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры и сокращения**, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

6. Список литературы должен содержать только те источники (пронумерованные в порядке цитирования или в порядке английского алфавита), на которые имеются ссылки в тексте работы. Ссылки на неопубликованные работы, результаты которых используются в доказательствах, не допускаются.

Авторам рекомендуется при оформлении ссылок исключить упоминание страниц и руководствоваться следующим шаблоном: номер главы, номер параграфа, номер пункта, номер теоремы (леммы, утверждения, замечания к теореме и т.п.), номер формулы. Например, "..., см. [3; § 7, лемма 6]"; "..., см. [2; замечание к теореме 5]". В противном случае при подготовке англоязычной версии статьи могут возникнуть неверные ссылки.

**Примеры оформления списка литературы**

1 Воронин С. М., Карацуба А. А. Дзета-функция Римана. -М: Физматлит, -1994, -376 стр. - **книга**

2 Баилов Е. А., Сихов М. Б., Темиргалиев Н. Об общем алгоритме численного интегрирования функций многих переменных // Журнал вычислительной математики и математической физики -2014. -Т.54. № 7. -С. 1059-1077. - **статья**

3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. - Москва, 2015. -С.141-142. - **труды конференции**

4 Нургазина К. Рыцарь математики и информатики. -Астана: Каз.правда, 2017. 19 апреля. -С.7. - **газетная статья**

5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия -2017. -Т.14. -С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. - URL: <http://semi.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

7. После списка литературы, необходимо указать библиографические данные на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке). Затем приводится комбинация англоязычной и транслитерированной частей списка литературы и сведения по каждому из авторов (научное звание, служебный адрес, телефон, e-mail - на казахском, русском и английском языках).

**8. Работа с электронной корректурой.** Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статьям отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

**Периодичность журнала:** 4 раза в год.

**9. Оплата.** Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию, необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге): Реквизиты:

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

## Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева<sup>1</sup>, Н. Темиргалиев<sup>2</sup>, А.Б. Утесов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

<sup>2</sup> *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: <sup>1</sup> *axaulezh@mail.ru*, <sup>2</sup> *ntmath10@mail.ru*, <sup>3</sup> *adilzhan\_71@mail.ru*)

### Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

#### Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

#### Заголовок секции

##### 1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

#### 2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left( \varepsilon_N; \left( l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (28)$$

где  $\delta_N(\varepsilon_N; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv$

$$\equiv \sup_{f \in F} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left( l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y.$$

$$|\gamma_N^{(\tau)}| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

Таблица 3 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14

#### 3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (28)

Для руководства по L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.



Рисунок 1 – Название рисунка

## Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. doi: ... (при наличии) - **статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященная 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жубанышева<sup>1</sup>, Н. Темиргалиев<sup>1</sup>, А.Б. Утесов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан

<sup>2</sup> Қ.Жубанов атындағы. Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

**Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде функцияларды сандық дифференциалдау**

**Аннотация:** Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебега коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

**Түйін сөздер:** жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva<sup>1</sup>, N. Temirgaliyev<sup>1</sup>, A.B. Utesov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup> K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan

**Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter**

**Abstract:** The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

**Keywords:** approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

## References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenno go analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'juternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenno m analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkciy s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primenenija k poperechnikovy m zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkciy" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]

- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Куров В.А., Мижличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], **14**, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

**Сведения об авторах:**

*Жубанышева А.Ж.* - старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

*Темиргалиев Н.* - директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

*Утесов А.Б.* - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актюбе, Казахстан.

*Zhubanysheva A.Zh.* - Senior researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

*Temirgaliyev N.* - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

*Utesov A.B.* - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

*Поступила в редакцию 15.05.2017*



Редакторы: А.Қ. Арынгазин  
Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің  
Хабаршысы. Физика. Астрономия сериясы.  
-2019 - 2(127) - Нұр-Сұлтан: ЕҰУ. 100-б.  
Шартты б.т. - 9,375 Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Нұр-Сұлтан: қ.,  
Сәтбаев көшесі, 2.  
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті  
Тел.: +7(7172) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды