

<https://doi.org/10.32523/2616-7182>

ISSN 2616-7182  
eISSN 2663-1326



Л.Н.Гумилев атындағы  
Еуразия ұлттық университетінің  
**ХАБАРШЫСЫ**

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

№1 (126)/2019

**ВЕСТНИК**

Евразийского национального  
университета имени Л.Н.Гумилева

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА  
сериясы

MATHEMATICS. COMPUTER SCIENCE. MECHANICS  
Series

Серия  
МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА

[bulmathmc.enu.kz](http://bulmathmc.enu.kz)



ISSN 2616-7182  
eISSN 2663-1326

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

# ХАБАРШЫСЫ

---

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

**ВЕСТНИК**  
Евразийского национального  
университета имени Л.Н. Гумилева

**МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА** сериясы

**MATHEMATICS. COMPUTER SCIENCE. MECHANICS** Series

Серия **МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА**

№1(126)/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.д., проф  
**Темірғалиев Н.** (Қазақстан)

*Бас редактордың орынбасары* **Жұбанышева А.Ж.**, PhD  
(Қазақстан)  
*Бас редактордың орынбасары* **Наурызбаев Н.Ж.**, PhD  
(Қазақстан)

*Редакция алқасы*

<b>Абакумов Е.В.</b>	PhD, проф. (Франция)
<b>Алексеева Л.А.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Алимхан Килян</b>	PhD, проф. (Жапония)
<b>Бекжан Турдыбек</b>	PhD, проф. (Қытай)
<b>Бекенов М.И.</b>	ф.-м.ғ.к., доцент (Қазақстан)
<b>Голубов Б.И.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Зунг Динь</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Вьетнам)
<b>Ибраев А.Г.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Қазақстан)
<b>Иванов В.И.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Иосевич А.</b>	PhD, проф. (АҚШ)
<b>Калиев И.А.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Кобельков Г.М.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Курина Г.А.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Марков В.В.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Мейрманов А.М.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Смелянский Р.Л.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Умирбаев У.У.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (АҚШ)
<b>Холщевникова Н.Н.</b>	ф.-м.ғ.д., проф. (Ресей)
<b>Шмайссер Ханс-Юрген</b>	Хабилит. докторы, проф. (Германия)

*Редакцияның мекенжайы:* 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, 408 бөлме.  
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-410). E-mail: [vest\\_math@enu.kz](mailto:vest_math@enu.kz)

*Жауапты редактор:* А.Ж. Жұбанышева  
*Жауапты хатшы:* А. Нұрболат

**Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы.**

**МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА сериясы**

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

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде тіркелген.  
27.03.2018ж. № 17000-ж тіркеу куәлігі.

Тиражы: 25 дана

Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі, 12/1,  
тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-410).

**EDITOR-IN-CHIEF**  
Prof., Doctor of Phys.-Math. Sciences  
**Temirgaliyev N.** (Kazakhstan)

*Deputy Editor-in-Chief*                      **Zhubanysheva A.Zh.**, PhD (Kazakhstan)

*Deputy Editor-in-Chief*                      **Nauryzbayev N.Zh.**, PhD (Kazakhstan)

*Editorial board*

<b>Abakumov E.V.</b>	PhD, Prof. (France)
<b>Alexeyeva L.A.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Kazakhstan)
<b>Alexander Iosevich</b>	PhD, Prof. (USA)
<b>Alimhan Keylan</b>	PhD, Prof. (Japan)
<b>Bekzhan Turdybek</b>	PhD, Prof. (China)
<b>Bekenov M.I.</b>	Candidate of Phys.-Math. Sciences, Assoc.Prof. (Kazakhstan)
<b>Golubov B.I.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
<b>Dũng Dinh</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Vietnam)
<b>Ibrayev A.G.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Kazakhstan)
<b>Ivanov V.I.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
<b>Kaliev I.A.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
<b>Kobel'kov G.M.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
<b>Kurina G.A.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
<b>Markov V.V.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
<b>Meirmanov A.M.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
<b>Smelyansky R.L.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(Russia)
<b>Umirbaev U.U.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof.(USA)
<b>Kholshechnikova N.N.</b>	Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof. (Russia)
<b>Schmeisser Hans-Juergen</b>	Dr. habil., Prof. (Germany)

*Editorial address:* 2, Satpayev str., of. 408, Nur-Sultan, Kazakhstan, 010008  
Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-410)  
E-mail: *vest\_math@enu.kz*

*Responsible Editor-in-Chief:* A.Zh. Zhubanysheva

*Responsible secretary:* A. Nurbolat

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

**MATHEMATICS. COMPUTER SCIENCE. MECHANICS 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 №17000-ж from 27.03.2018.

Circulation: 25 copies

Address of printing house: 12/1 Kazhimukan str., Nur-Sultan, Kazakhstan 010008;

tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-410).

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР**  
профессор, д.ф.-м.н.  
**Темиргалиев Н.** (Казахстан)

*Зам. главного редактора*                      **Жубанышева А.Ж.**, PhD (Казахстан)

*Зам. главного редактора*                      **Наурызбаев Н.Ж.**, PhD (Казахстан)

*Редакционная коллегия*

<b>Абакумов Е.В.</b>	PhD, проф. (Франция)
<b>Алексеева Л.А.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Алимхан Килян</b>	PhD, проф. (Япония)
<b>Бекжан Турдыбек</b>	PhD, проф. (Китай)
<b>Бекенов М.И</b>	к.ф.-м.н., доцент (Казахстан)
<b>Голубов Б.И.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Зунг Динь</b>	д.ф.-м.н., проф. (Вьетнам)
<b>Ибраев А.Г.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Казахстан)
<b>Иванов В.И.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Иосевич А.</b>	PhD, проф. (США)
<b>Калиев И.А.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Кобельков Г.М.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Курина Г.А.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Марков В.В.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Мейрманов А.М.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Смелянский Р.Л.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Умирбаев У.У.</b>	д.ф.-м.н., проф. (США)
<b>Холщевникова Н.Н.</b>	д.ф.-м.н., проф. (Россия)
<b>Шмайссер Ханс-Юрген</b>	Хабилит. доктор, проф. (Германия)

*Адрес редакции:* 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, каб. 408  
Тел: +7 (7172) 709-500 (вн. 31-410). E-mail: [vest\\_math@enu.kz](mailto:vest_math@enu.kz)

*Ответственный редактор:* А.Ж. Жубанышева  
*Ответственный секретарь:* А. Нурболат

**Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.**  
**Серия МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. МЕХАНИКА**  
Собственник:  
РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК  
Периодичность: 4 раза в год.  
Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казакстан.  
Регистрационное свидетельство №17000-ж от 27.03.2018г.  
Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан,  
ул. Кажымукана, 12/1, тел.: +7 (7172)709-500 (вн.31-410).

МАЗМҰНЫ

**МАТЕМАТИКА-ИНФОРМАТИКА**

<i>Темірғалиев Н., Тауғынбаева Ғ.Е., Абикенова Ш.К.</i> Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде дербес туындылы теңдеулерді дискреттеу	8
<i>Алимбаев А.А.</i> Автоморфизмдер топтарында амальгамалы еркін көбейтіндінің құрылымы	52
<i>Бакурадзе М.</i> Надирадзе формалды топтарының заңдарына орай кейбір дәл өрнектер	62
<i>Фарайзаде А.П., Шафи А.</i> Полигамдық функциялар үшін Туран типті және кейбір жаңа теңсіздіктер	68
<i>Ермекбаева Ж.Ж., Шакирова Р.Е., Малекова Ж.М.</i> Жыртқыш-олжа жүйесіндегі бірлесіп қорғану әсері	72

CONTENTS

**MATHEMATICS-COMPUTER SCIENCE**

<i>Temirgaliyev N., Taugynbayeva G.Y., Abikenova Sh.K.</i> Discretization of solutions of partial differential equations in the context of Computational (numerical) diameter	8
<i>Alimbaev A.A.</i> Structure of amalgamated free work in groups automorphisms	52
<i>Bakuradze M.</i> Some explicit expressions concerning the Nadiradze formal group law	62
<i>Farajzadeh A.P., Shafie A.</i> Turán's inequality type for polygamma functions and some new inequalities	68
<i>Yermekbayeva J.J., Shakirova R.E., Malekova Zh.M.</i> The effect of collective protection in the predator-prey system	72

ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. СЕРИЯ МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА.  
МЕХАНИКА, №1(126)/2019

СОДЕРЖАНИЕ

**МАТЕМАТИКА-ИНФОРМАТИКА**

<i>Темиргалиев Н., Таугынбаева Г.Е., Абиженова Ш.К.</i> Дискретизация решений уравнений в частных производных в контексте Компьютерного (вычислительного) поперечника	8
<i>Алимбаев А.А.</i> Структура амальгамированного свободного произведения в группах автоморфизмов	52
<i>Бакурадзе М.</i> Некоторые точные выражения относительно законов формальных групп	62
Надирадзе	
<i>Фарайзаде А.П., Шафи А.</i> Неравенства типа Турана для полигамных функций и некоторые новые неравенства	68
<i>Ермекбаева Ж.Ж., Шакирова Р.Е., Малекова Ж.М.</i> Эффект коллективной защиты в системе хищник-жертва	72



МРНТИ: 27.19.17

M. Bakuradze

*Faculty of exact and natural sciences, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia*  
*A. Razmadze Math. Institute, Tbilisi, Georgia*  
(E-mail: [malkhaz.bakuradze@tsu.ge](mailto:malkhaz.bakuradze@tsu.ge))

### Some explicit expressions concerning the Nadiradze formal group law<sup>1</sup>

**Abstract:** This note provides some explicit expressions concerning the coefficient ring of the Nadiradze formal group law. The motivation is that the Nadiradze, the Buchstaber and the Krichever formal group laws are identical and the Krichever formal group law corresponds to the Krichever-Höhn general elliptic genus [1].

**Key words:** Formal group law, cohomology theory.

**AMS Mathematics Subject Classification** 13F25, 55N22, 55-04

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7182/2019-126-1-62-67>

**Introduction.** A formal group law [2], [3], [4] over a commutative ring with unit  $R$  is a power series  $F(x, y)$  in  $R[[x, y]]$  satisfying

- (i)  $F(x, 0) = F(0, x) = x$ ,
- (ii)  $F(x, y) = F(y, x)$ ,
- (iii)  $F(x, F(y, z)) = F(F(x, y), z)$ .

Let  $F$  and  $G$  be the formal group laws. A homomorphism from  $F$  to  $G$  is a power series  $\nu(x) \in R[[x]]$  with constant term 0 such that

$$\nu(F(x, y)) = G(\nu(x), \nu(y)).$$

It is an isomorphism if  $\nu'(0)$  (the coefficient at  $x$ ) is a unit in  $R$ , and a strict isomorphism if the coefficient at  $x$  is 1.

If  $F$  is a formal group law over a commutative  $\mathbb{Q}$ -algebra  $R$ , then it is strictly isomorphic to the additive formal group law  $x + y$ . In other words, there is a strict isomorphism  $l(x)$  from  $F$  to the additive formal group law, called the logarithm of  $F$ , so that  $F(x, y) = l^{-1}(l(x) + l(y))$ . The inverse to logarithm is called the exponential of  $F$ .

The logarithm  $l(x)$  and the invariant differential form  $\omega(x)$  of a formal group law  $F$  over the ring  $R$  are the series in  $R \otimes \mathbb{Q}[[x]]$  given by

$$l(x) = \int_0^x \frac{dt}{\omega(t)}, \quad \omega(x) = \frac{\partial F(x, y)}{\partial y}(x, 0). \quad (1)$$

There is a ring  $L$ , called the universal Lazard ring, and a universal formal group law  $F(x, y) = \sum a_{ij}x^i y^j$  defined over  $L$ . This means that for any formal group law  $G$  over any commutative ring with unit  $R$  there is a unique ring homomorphism  $r : L \rightarrow R$  such that  $G(x, y) = \sum r(a_{ij})x^i y^j$ .

The formal group law of geometric cobordism was introduced in [3]. Following Quillen we will identify it with the universal Lazard formal group law as it is proved in [5] that the coefficient ring of complex cobordism  $MU_* = \mathbb{Z}[x_1, x_2, \dots]$ ,  $|x_i| = 2i$  is naturally isomorphic as a graded ring to the universal Lazard ring.

For a power series of the form

$$l(x) = x + l_1 x^2 + l_2 x^3 + \dots$$

---

<sup>1</sup>The author was supported by Shota Rustaveli NSF grant 217-614

its composition inverse

$$e(x) = x + e_1x^2 + e_2x^3 + \dots$$

is given by

$$e_n = \sum_{\substack{k_1, k_2, \dots \geq 0 \\ k_1 + 2k_2 + 3k_3 + \dots = n}} (-1)^{k_1 + k_2 + \dots} \frac{(n + k_1 + k_2 + \dots)!}{(n + 1)!k_1!k_2!\dots} l_1^{k_1} l_2^{k_2} \dots$$

The coefficients of the corresponding formal group law

$$F(x, y) = e(l(x) + l(y)) = x + y + \sum \alpha_{ij} x^i y^j$$

are thus given [6] by

$$\alpha_{ij} = \sum_{\substack{\nu_1 + 2\nu_2 + \dots = i + j - 1, \\ i_0 + 2i_1 + 3i_2 + \dots = i, \\ j_0 + 2j_1 + 3j_2 + \dots = j, \\ i_1 + j_1 + k_1 = \nu_1, i_2 + j_2 + k_2 = \nu_2, \dots}} (-1)^{k_1 + k_2 + \dots} \frac{(i_0 + j_0 + k_1 + i_1 + j_1 + k_2 + \dots - 1)!}{i_0!j_0!k_1!i_1!j_1!k_2!\dots} l_1^{\nu_1} l_2^{\nu_2} \dots$$

**Definition 1.** Let  $F(x, y)$  be the universal formal group law and  $\omega(x)$  its invariant differential form (1). Let

$$A(x, y) = \sum A_{ij} x^i y^j = F(x, y)(x\omega(y) - y\omega(x)) \quad (2)$$

and define the universal Nadiradze formal group law  $\mathcal{F}_N$  by the obvious classifying map of the Lazard ring to its quotient ring by the ideal  $I$  generated by all  $A_{ij}$  with  $i, j \geq 3$ .

In the rest of note we compute the coefficient ring of the Nadiradze formal group law in low dimensions and prove it has only 2-torsion.

#### 1. CALCULATION OF THE COEFFICIENT RING OF THE NADIRADZE FORMAL GROUP LAW

The following proposition says that the Nadiradze formal group law is actually identical to another two formal group laws previously defined by Buchstaber in [2] and by Krichever in [7]. See the detailed discussion in [8], [9], [10]).

**Proposition 1** (See [9]). The formal group law  $\mathcal{F}_N$  is identical to the Buchstaber and the Krichever formal group laws. In particular, the corresponding coefficient ring is  $\Lambda \cong L/I$ , the quotient of the Lazard ring by the ideal  $I$  generated by all  $A_{ij}$  with  $i, j \geq 3$ .

The calculation of the coefficient ring of the formal group law  $\mathcal{F}_N$  in low dimensions is given by the following

**Proposition 2** (See [6, 11]). i) Let  $\mathbb{Q}$  be field of rational numbers. Then  $\Lambda \otimes \mathbb{Q}$  is the polynomial ring  $\mathbb{Q}[a_1, \dots, a_4]$ ,  $|a_i| = 2i$ .

ii) There is a set of polynomial generators  $z_1, z_2, \dots$  of the Lazard ring  $L$  for which the low degree defining relations for the ideal  $I$  are

$$\begin{aligned} 5z_5 &= z_2z_3 + 2z_1z_4, \quad 2z_6 = 0, \quad z_1z_6 = 0, \\ 7z_7 &= z_2z_1z_4 - 8z_2z_1^2z_3 + 2z_2z_1^5 + 6z_1^3z_2^2 + z_1z_2^3 + 2z_2^2z_3 + 4z_1^3z_4 + 3z_3z_4 + z_1z_3^2, \\ 2z_8 &= z_2^4 + z_1^2z_2^3 + z_4z_1^4 + z_1^2z_3^2 + z_2z_3^2 + z_4^2, \\ z_3z_6 &= 0, \\ 3z_9 &= 2z_2^2z_1^2z_3 + 2z_2^2z_1z_4 + 2z_1^4z_2z_3 + 2z_1^3z_2z_4 - 1856z_3z_4z_1^2 + 2z_1^3z_3^2 + 12z_2^2z_1^5 + \\ &+ 2z_2^3z_1^3 + 2z_2^4z_1 + 4z_1^7z_2 + 2z_1^5z_4 + 2z_3^3 - z_1z_4^2 + 2z_2^3z_3, \\ z_{10} &= 0, \quad z_5z_6 = 0, \\ 11z_{11} &= -19662z_2^2z_3z_4 + 5z_2^2z_3z_1^4 - 648z_2^3z_3z_1^2 + 7z_1^3z_2^2z_4 + 3z_2z_1^6z_3 + 10z_2z_1^3z_3^2 - \\ &- 90238z_2z_1^5z_4 - 15772z_1^4z_3z_4 - 596z_2^4z_3 + 9z_1^7z_2^2 - 10z_1^5z_2^3 + 648822z_1^3z_2^4 + 10z_2z_1^9 + \\ &+ 5z_1^5z_3^2 + 10z_1^7z_4 + 5z_2z_1^2z_3z_4 + 8z_2^3z_1z_4 + 9z_2^5z_1 + 8z_1^2z_3^3 + 6z_3z_4^2 + 7z_1^3z_4^2 + 2z_4z_1z_3^2 + \\ &+ 9z_2z_1z_4^2 + 8z_2z_3^3, \\ z_{12} &= 0, \\ 13z_{13} &= 7z_1^6z_3z_4 + 12z_3^3z_4 + 2z_1z_3^4 + 8z_2^5z_3 + 5z_2^2z_3^3 + 2z_1^5z_2^4 + z_1^7z_2^3 + 8z_1^9z_2^2 + 3z_1^{11}z_2 + \\ &+ 8z_1^7z_3^2 + 3z_1^4z_3^3 + z_1^9z_4 + 11z_1z_4^3 + 2z_2^4z_1z_4 + 8z_3z_4^2z_2 + 6z_3z_4^2z_1^2 + 4z_1^3z_4^2z_2 + 12z_2^2z_1z_4^2 + \end{aligned}$$

$$12 z_2^2 z_3^2 z_1^3 + 5 z_2^3 z_3^2 z_1 + 11 z_2^4 z_3 z_1^2 + 3 z_2^3 z_3 z_1^4 + 9 z_2^2 z_3 z_1^6 + 2 z_2^3 z_3 z_4 + 9 z_2 z_3^2 z_1^5 + 2 z_2 z_3^3 z_1^2 + 9 z_2 z_3 z_1^8 + 10 z_1^5 z_2^2 z_4 + 8 z_1^7 z_2 z_4 + 3 z_1^3 z_2^3 z_4 + 9 z_1^3 z_3^2 z_4 + 6 z_2 z_3^2 z_4 z_1 + 2 z_2 z_3 z_4 z_1^4 + 5 z_1^5 z_4^2.$$

Let  $\mathbf{CP}_i$  be the bordism class of the complex projective space of dimension  $2i$ . The explicit form of the resulting generators  $z_i$  which give the relations is given by

$$\begin{aligned} \mathbf{CP}_1 &= -z_1, \\ \mathbf{CP}_2 &= -z_2 + z_1^2, \\ \mathbf{CP}_3 &= -2z_3 - z_1^3, \\ \mathbf{CP}_4 &= -z_4 + 6z_1z_3 + 4z_2^2 + 13z_1^2z_2 + z_1^4, \\ \mathbf{CP}_5 &= -6z_5 + 6z_1z_4 + 6z_2z_3 - 12z_1^2z_3 - 44z_1^3z_2 - 9z_1z_2^2 - z_1^5, \\ \mathbf{CP}_6 &= -z_6 + 12z_1z_5 + 3z_2z_4 + 5z_3^2 + 97z_2z_1^4 + 20z_1^3z_3 - 14z_1^2z_2^2 - 13z_1^2z_4 - 12z_1z_2z_3 - 10z_2^3 + z_1^6, \\ \mathbf{CP}_7 &= -412z_2z_1z_4 - 132z_2z_1^2z_3 - z_1^7 + 1008z_2z_5 - 176z_2z_1^5 + 48z_1^3z_2^2 + 20z_1z_2^3 - 228z_2^2z_3 + 392z_1^2z_5 - 30z_1^4z_3 - 144z_1^3z_4 + 4z_3z_4 - 26z_1z_3^2 + 4z_1z_6 + 4z_7, \\ \mathbf{CP}_8 &= 31z_2^4 + 15876z_4z_1^2z_2 - 168z_4z_1z_3 + 3507z_1^3z_2z_3 + 8085z_2^2z_1z_3 - 39690z_2z_1z_5 + 164z_1^2z_2^3 + 285z_1^4z_2^2 + 326z_2z_1^6 + 6699z_4z_1^4 - 15z_4z_2^2 + 42z_1^5z_3 + 99z_1^2z_3^2 - 123z_2z_3^2 - 72z_1^2z_6 - 16581z_1^3z_5 + 513z_3z_5 + z_1^8 + 45z_2z_6 - 162z_1z_7 + 3z_8, \\ \mathbf{CP}_9 &= -10838140z_2^2z_1^2z_3 + 637180z_2^2z_1z_4 + 53835870z_1^2z_2z_5 - 4317710z_1^4z_2z_3 - 21562380z_1^3z_2z_4 + 1140z_3z_4z_2 + 196850z_3z_4z_1^2 + 146250z_1z_3z_2^2 + 1000z_1z_6z_2 - 29840z_1^3z_3^2 - 56z_3z_1^6 - 1590540z_2^2z_5 - 190639z_2^2z_1^5 - 24940z_2^3z_1^3 + 3000z_2^4z_1 + 320000z_2^3z_3 - 64138z_1^7z_2 + 22856490z_1^4z_5 - z_1^9 - 9267784z_1^5z_4 - 20z_3^3 - 1570z_1^3z_6 - 6340z_7z_2 + 222990z_7z_1^2 - 40z_3z_6 + 7760z_4z_5 - 905z_1z_4^2 - 715310z_3z_1z_5 - 4410z_1z_8 + 10z_9, \\ \mathbf{CP}_{10} &= 1221z_1^4z_2^3 + 4716z_2^2z_1^6 + 588z_2z_1^8 - 99z_2^5 + z_1^{10} - 353z_1^2z_2^4 - 23z_3^2z_4 + 100z_1z_3^3 - 4z_7z_3 - 16z_7z_1^3 - 6z_5z_1^3z_2 - 6z_5z_1z_2^2 - 3z_5z_1^2z_3 - 18z_5z_1z_4 - 12z_5z_2z_3 + 3126z_1^5z_2z_3 - 769z_1^4z_2z_4 - 625z_1^3z_2^2z_3 - 14z_1^2z_2^2z_4 - 337z_1z_2^3z_3 - 3352z_1^3z_3z_4 + 108z_1^2z_3^2z_2 - z_{10} + 55z_4z_2^3 + z_2z_8 + z_1^2z_8 - 6z_5z_1^5 + 72z_1^7z_3 - 37z_1^6z_4 + 374z_1^4z_3^2 + 38z_1^2z_4^2 + 122z_2^2z_3^2 + 3z_5^2 - 5z_1z_9 + 128z_1z_4z_2z_3 + z_4z_6 - 8z_2z_4^2, \\ \mathbf{CP}_{11} &= -z_1^{11} - 4419480z_2^2z_3z_4 + 108279754836z_2^2z_3z_1^4 + 34972085604z_2^3z_3z_1^2 - 5543076630z_2^2z_3^2z_1 + 69564145560z_1^3z_2^2z_4 + 37140770688z_2z_1^6z_3 - 1172417568z_2z_1^3z_3^2 + 217793062992z_2z_1^5z_4 - 1720808904z_1^4z_3z_4 - 1119738246z_2^4z_3 + 1851051480z_1^7z_2^2 + 866621352z_1^5z_2^3 + 54200319z_1^3z_2^4 + 548281300z_2z_1^9 - 90z_1^8z_3 + 255168444z_1^5z_3^2 + 79744898736z_1^7z_4 - 785927604z_2z_1^2z_3z_4 - 2228536476z_2^3z_1z_4 - 173685748572z_1^2z_2^2z_5 - 542784416604z_1^4z_2z_5 + 5562853260z_2^3z_5 - 11251824z_2^5z_1 - 196668613788z_1^6z_5 - 61688z_1^2z_3^3 + 555888z_3z_4^2 + 8968674z_1^3z_4^2 + 14057880z_1^5z_6 - 1274916z_7z_4 - 1918662768z_7z_1^4 + 25202544z_7z_2^2 + 2713952112z_2z_5z_1z_3 + 1059492z_4z_1z_3^2 + 4486884z_2z_1z_4^2 - 29978736z_2z_5z_4 - 68155488z_1^2z_5z_4 + 6249073800z_1^3z_5z_3 - 10116z_1z_6z_4 - 1892916z_1^3z_6z_2 - 4566516z_1z_6z_2^2 + 709092z_1^2z_6z_3 - 721599024z_7z_1^2z_2 + 820128z_7z_1z_3 - 3071640z_3^2z_5 - 19032z_8z_3 + 37943844z_8z_1^3 - 115920z_2z_6z_3 + 15350232z_1z_8z_2 - 34968z_9z_2 - 69540z_9z_1^2 + 16512z_5z_6 + 167778z_1z_5^2 + 3312z_1z_{10} + 12z_{11} + 647216z_2z_3^3, \\ \mathbf{CP}_{12} &= 27972z_1^8z_2^2 - 218z_2^4z_4 + 2z_2z_4z_1z_5 - 2101z_2z_4z_1^3z_3 - 4513z_2^2z_4z_1z_3 - 2z_1^2z_2z_3z_5 + 117959z_2^4z_1^4 - 87z_1^8z_4 + 2z_1^7z_5 + 1126z_1^6z_3^2 - 515z_2^3z_3^2 + 1210z_1^3z_3^3 + 1274z_1^6z_2^3 + z_6^2 + 117z_3z_4^2z_1 + 2z_1z_3^2z_5 + z_7z_1^3z_2 + z_7z_1z_2^2 - z_7z_1^2z_3 + z_7z_1z_4 - z_7z_2z_3 + 1002z_2z_1^{10} + z_3z_9 - 3z_4^3 - 2z_2^2z_5z_3 + 36z_3^4 + 12584z_2z_1^7z_3 - 21177z_2z_1^6z_4 + 12181z_1^5z_2^2z_3 + z_8z_1^2z_2 - 2z_1z_{11} + 618z_1^4z_2^2z_4 - 211z_1^2z_4z_3^2 - 4582z_1^5z_4z_3 + z_1^3z_4z_5 + 143z_2z_4z_3^2 - 33z_2z_4^2z_1^2 + z_2z_4z_6 + 9259z_1^4z_2z_3^2 + 2z_1^5z_2z_5 - 426z_1z_2z_3^3 - z_2^3z_1z_5 + 919z_1^2z_2^2z_3^2 - z_{12} + 9039z_1^3z_2^3z_3 - 375z_1^2z_2^3z_4 + 1603z_2^4z_1z_3 - z_1^3z_9 + 45z_2^2z_4^2 + 204z_1^4z_4^2 + z_8z_4 + z_8z_1^4 + 2z_1^2z_5^2 - 3z_7z_1^5 + 1589z_2^5z_1^2 - 2z_2z_5^2 + 110z_1^9z_3 + 316z_2^6 + z_1^{12}, \\ \mathbf{CP}_{13} &= 28z_2^3z_3z_1^4l_5 + 28z_1^7z_2z_4l_5 + 28z_2z_3z_1^8l_5 + 28z_1^5z_2^4l_5 + 28z_1^5z_2^2z_4l_5 + 21957688480z_3z_4z_1z_5 - 25984z_1^6z_3z_4l_5 - z_1^{13} + 253972080384372z_1^6z_3z_4 - 102142354608z_1^4z_3z_6 - 917324631638772z_1^5z_3z_5 + 774479019846z_1^2z_3^2z_5 - 221549979014z_1^3z_3z_7 + 4789739192z_1^2z_3z_8 - 750298323838z_1z_8z_2^2 + 8470183862z_9z_2z_1^2 - 843524388z_5z_6z_2 - 2397633868z_5z_6z_1^2 - 2039908220z_1z_5^2z_2 - 161547456z_1z_{10}z_2 + 888538z_3^3z_4 + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 3034941 z_1 z_3^4 + 47390 z_1 z_{12} - 14 z_1^5 z_4^2 l_5 + 1709185730 z_9 z_2^2 + 278420488638810 z_1^6 z_7 - \\
& 5506097288622 z_1^5 z_8 + 54731104539230 z_2^5 z_3 - 31496687992 z_2^2 z_3^3 - 1017753241974 z_1^3 z_2^5 - \\
& 50217966488172 z_1^5 z_2^4 - 216143458444680 z_1^7 z_2^3 - 295379777060487 z_1^9 z_2^2 - \\
& 79562165249580 z_1^{11} z_2 - 37028033981636 z_1^7 z_3^2 + 22531287660 z_1^4 z_3^3 - 132 z_1^{10} z_3 - \\
& 11571920739862596 z_1^9 z_4 - 2039967466312 z_1^7 z_6 + 28538924100179684 z_1^8 z_5 - 42 l_5 z_9 z_1^4 + \\
& 157243912 z_4 z_1 z_8 + 17311000 z_1 z_3^2 z_6 + 25224052 z_1 z_5 z_7 - 28651 z_1 z_6^2 - 116998 z_6 z_7 - \\
& 1517054 z_3^2 z_7 + 14 z_{13} + 1790978 z_3 z_4 z_6 - 276570616 z_4^2 z_5 + 32000164 z_1 z_4^3 - \\
& 357434 z_4 z_9 - 4227846 z_3 z_1 z_9 - 565040 z_8 z_5 + 28 z_2^2 z_3 z_1^6 l_5 + 28 z_1^9 z_4 l_5 + 28 z_1^7 z_2^3 l_5 + \\
& 5755956221316 z_2 z_5 z_4 z_1^2 + 464380238 z_1 z_6 z_4 z_2 + 84280 z_3 z_{10} - 87035536 z_3 z_5^2 + \\
& 108927368393060 z_2^4 z_1 z_4 + 7683046199778306 z_1^2 z_2^3 z_5 - 27219491838 z_3 z_4^2 z_2 - \\
& 87277233106 z_3 z_4^2 z_1^2 - 320263784498 z_1^3 z_4^2 z_2 + 62558300952 z_7 z_4 z_2 + \\
& 177070239640 z_7 z_4 z_1^2 + 31616577323982 z_7 z_2^2 z_1^2 - 242011512449 z_2^2 z_1 z_4^2 + \\
& 1521985552150 z_2^2 z_5 z_4 + 9074189672282 z_1^4 z_5 z_4 + 1537679514 z_1^3 z_6 z_4 + 223196749118 z_1 z_6 z_2^3 + \\
& 142655061164462 z_2^2 z_3^2 z_1^3 + 26943649834766 z_2^3 z_3^2 z_1 - 1547054901455140 z_2^4 z_3 z_1^2 - \\
& 10362206847356952 z_2^3 z_3 z_1^4 - \\
& 17525892343180382 z_2^2 z_3 z_1^6 + 204638362096 z_2^3 z_3 z_4 + 159658152412290 z_2 z_3^2 z_1^5 - \\
& 158101632304 z_2 z_3^3 z_1^2 + 149485731248 z_2 z_3^2 z_5 - 5389533397671810 z_2 z_3 z_1^8 + \\
& 5652735872 z_2^2 z_3 z_6 + 928964372 z_2 z_3 z_8 - \\
& 20729631526523920 z_1^5 z_2^2 z_4 + 51708527713926958 z_1^4 z_2^2 z_5 - 35497694223101806 z_1^7 z_2 z_4 - \\
& 3077116971571034 z_1^3 z_2^3 z_4 - 411779045748 z_1^5 z_2 z_6 + 88366298581246112 z_1^6 z_2 z_5 + \\
& 754768376306 z_1^3 z_2^2 z_6 + 198386947750250 z_1^4 z_2 z_7 - 4080023512124 z_1^3 z_2 z_8 - \\
& 242831535926 z_1^3 z_3^2 z_4 + 39143509492808 z_2^2 z_3 z_4 z_1^2 - 57285895352 z_2 z_3^2 z_4 z_1 - \\
& 131909146819548 z_2^2 z_3 z_1 z_5 + 208131656717936 z_2 z_3 z_4 z_1^4 - 18277296030 z_2 z_3 z_1^2 z_6 - \\
& 723679606860126 z_2 z_3 z_1^3 z_5 - 37107601720 z_2 z_3 z_1 z_7 + 168 z_1^9 z_2^2 l_5 + 56 z_1^{11} z_2 l_5 + 28 z_1^7 z_3^2 l_5 + \\
& 28 z_1^4 z_3^3 l_5 - 480477816 z_1^3 z_{10} - 586754 z_{11} z_2 - 1646708 z_{11} z_1^2 + 10091779250 z_9 z_1^4 - \\
& 21762685868 z_1^3 z_5^2 - 271903841623400 z_2^4 z_5 + 549996127226 z_2^6 z_1 - 971047251195 z_1^5 z_4^2 - \\
& 1231901606362 z_7 z_2^3.
\end{aligned}$$

Here in the expression for  $\mathbf{CP}_{13}$  the factor  $l_5 = \frac{1}{6}\mathbf{CP}_5$  and should read by the expression for  $\mathbf{CP}_5$  above.

Note that in dimensions 20 and 24 there are no indecomposable elements, as  $z_{10} = 0$ ,  $z_{12} = 0$ . The question is in which dimensions any element is multiplicatively decomposable.

Also we see that in dimension 12 there is 2-torsion as  $2z_6 = 0$ . By [12] the only 2-torsion can occur here, i.e., our ring is torsion free after localized away from 2 (in particular if kill  $z_6$  in the relations of Proposition 2. What follows is not a complete proof but an alternative evidence to this fact. Our arguments are based on actual calculation of much longer segment of the relations of Proposition 2. We cannot write the long list of these relations here for obvious space reasons, but the general picture will be made precise below. We suggest a reader interested in the complete proof to compare our arguments with a detailed discussion of the Abel formal group law performed in [13] and [14].

**Proposition 3.** Let  $\Lambda$  the coefficient ring of the Nadiradze formal group law  $\mathcal{F}_N$  and  $\Lambda_{(p)}$  be its localization at prime  $p \neq 2$ , then

i) For  $p \geq 5$  the additive basis of  $\Lambda_{(p)}$  is the set of monomials

$$\{z_1^{i_1} z_2^{i_2} z_3^{i_3} z_4^{i_4} z_p^{l_1} z_{p^2}^{l_2} \cdots z_{p^k}^{l_k} \mid l_m \leq p - 1\},$$

not containing the factor  $z_1 z_2^i$ ,  $i \geq \frac{p-1}{2}$  and the ring  $\Lambda$  has no  $p$ -torsion.

ii)  $\Lambda_{(3)}$  has the additive basis

$$\{z_1^l z_2^m z_3^{j_1} z_4^{j_2} \cdots z_{3^k}^{j_k} \mid j_1, \dots, j_k = 0, 1, 2\}$$

and the ring  $\Lambda$  has no 3-torsion.

Consider the following three additive subgroups of  $\Lambda_{(p)}$ :

$$\Lambda_{(p)}^* = \bigcup_s \Lambda_{(p)}^*(s), \text{ where } \Lambda_{(p)}^*(s) \text{ is generated by the monomials}$$

$$\begin{aligned}
 & z_1^l z_3^m z_4^n z_p^{j_1} z_{p^2}^{j_2} \cdots z_{p^k}^{j_k}, \\
 & z_2^l z_3^m z_4^n z_p^{j_1} z_{p^2}^{j_2} \cdots z_{p^k}^{j_k}, \\
 & z_1^l z_2^m z_3^n z_4^{j_1} z_{p^2}^{j_2} \cdots z_{p^k}^{j_k}, \\
 & \dots \\
 & z_1^l z_2^{\frac{p-1}{2}} z_3^m z_4^n z_p^{j_1} z_{p^2}^{j_2} \cdots z_{p^k}^{j_k},
 \end{aligned}$$

where  $k \leq s$ ,  $j_r \leq p - 1$ ;

$\Lambda'_{(p)} = \bigcup_s \Lambda'_{(p)}(s)$ , where  $\Lambda'_{(p)}(s)$  is generated by the monomials

$$z_1^{i_1} z_2^{i_2} z_3^{i_3} z_4^{i_4} z_p^{j_1} z_{p^2}^{j_2} \cdots z_{p^k}^{j_k}, \quad k \leq s, \quad j_m \leq p - 1;$$

$\Lambda''_{(p)} = \bigcup_s \Lambda''_{(p)}(s)$ , where  $\Lambda''_{(p)}(s)$  is generated by the monomials

$$z_1^{i_1} z_2^{i_2} z_3^{i_3} z_4^{i_4} z_p^{j_1} z_{p^2}^{j_2} \cdots z_{p^k}^{j_k}, \quad k \leq s.$$

The claim is that the obvious inclusions  $\Lambda_{(p)}^* \subseteq \Lambda'_{(p)} \subseteq \Lambda''_{(p)} \subseteq \Lambda_{(p)}$  are actually equalities. Similarly for the following two additive subgroups of  $\Lambda_{(3)}$ :

$\Lambda_{(3)}^* = \bigcup_s \Lambda_{(3)}^*(s)$ , where  $\Lambda_{(3)}^*(s)$  is generated by the monomials

$$z_1^l z_2^m z_3^{j_1} z_4^n z_9^{j_2} \cdots z_{3^k}^{j_k}, \quad j_1, \dots, j_k = 0, 1, 2, \quad k \leq s;$$

$\Lambda'_{(3)} = \bigcup_s \Lambda'_{(3)}(s)$ , where  $\Lambda'_{(3)}(s)$  is generated by the monomials

$$z_1^l z_2^m z_3^{j_1} z_4^n z_9^{j_2} \cdots z_{3^k}^{j_k}, \quad j_1, \dots, j_k \geq 0, \quad k \leq s.$$

Note that the above calculations agree with the following result of Nadiradze [12]

**Proposition 4** The coefficient ring of the Nadiradze formal group law after localized away from 2 can be realized as a coefficient ring of a cohomology theory with singularities.

This can be done by Baas-Sullivan theory [15] by using the complex cobordism and the regular sequence consisting of the relations of ideal  $I$  of Proposition 2, namely those of  $z_i = 0$ ,  $i \neq p$  and the decompositions of  $pz_{p^k}$ , for primes  $p \neq 2$ .

### References

- 1 Höhn G. Komplexe elliptische Geschlechter und  $S^1$ -äquivariante Kobordismustheorie, Diplomarbeit, Bonn und Vallendar, August 1991. [arXiv:math/0405232](https://arxiv.org/abs/math/0405232).
- 2 Buchstaber V.M. Functional equations associated with addition theorems for elliptic functions and two-valued algebraic groups, Uspekhi Mat. Nauk. -1990. -Vol. 45. -№ 3(273). -P. 185-186.
- 3 Novikov S.P. The methods of algebraic topology from the viewpoint of cobordism theory, Math. USSR-Izv. -1967. -Vol. 31. -№ 4. -P. 855-951.
- 4 Hazewinkel M. Constructing formal groups I: the local one dimensional case, J. Pure Appl. Algebra. -1977. -Vol. 9. -№ 2-3. -P. 151-162.
- 5 Quillen D. On the formal group laws of unoriented and complex cobordism theory, Bull. Amer. Math. Soc. -1969. -Vol. 75. -P. 1293-1298.
- 6 Bakuradze M., Jibladze M. Some explicit expressions concerning BP, Georgian Math. Journal. -2016. -Vol. 23. -№ 2. -P. 157-167.
- 7 Krichever I. Generalized elliptic genera and Baker-Akhiezer functions, Math. Notes. -1990. -Vol. 47. -№ 2. -P. 132-142.
- 8 Bakuradze M. On the Buchstaber formal group law and some related genera, Proc. Steklov Inst. of Math. -2014. -Vol. 286. -№ 1. -P. 7-21.
- 9 Bakuradze M. Formal group laws by Buchstaber, Krichever and Nadiradze coincide, Uspekhi Mat. Nauk. -2013. -Vol. 68. -№3(411). -P. 189-190.
- 10 Bakuradze M. Computing the Krichever genus, J. Homotopy Relat. Struct. -2014. -Vol. 9. -№ 1. -P. 85-93.
- 11 Bakuradze M. and Jibladze M. On the coefficient ring of rational formal group law, Proc. Razmadze Math. Inst. -2012. -Vol. 159. -P. 1-9.
- 12 Nadiradze R. Formal group and cohomology theories: dissertation for the Doct. of Sci. Degree, Tbilisi, 1995.

- 13 Buchstaber V.M., Kholodov A. N. Formal groups, functional equations, and generalized cohomology theories, Math. USSR Sbornik. -1991. -Vol. 69. -№1. -P. 77-97; translation from Mat. Sb. -1990. -Vol. 181. -№ 1. -P. 75-94.
- 14 Busato Ph. Realization of Abel universal formal group law, Math. Z. -2002. -Vol. 239. -P. 527-561.
- 15 Rudyak Yu. On Thom Spectra, Orientability, and Cobordism, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998.

**М. Бакурадзе**

*Ив. Джавахишвили Тбилиси мемлекеттік университетінің дәл және жаратылыстау ғылымдары факультеті, Тбилиси, Грузия*  
*А. Размадзе атындау Грузия ғылым академиясының Математика институты, Тбилиси, Грузия*

**Надирадзе формалды топтарының заңдарына орай кейбір дәл өрнектер**

**Аннотация:** Мақалада Надирадзе формалды топтары сақиналары коэффициенттерінің заңдылықтарына қатысты кейбір дәл өрнектер алынды. Бұл зерттеулерге негіз болған Надирадзе, Бухштабер және Кричевер формалды топтарының заңдарының бірдей болуы мен Кричевер формалды топ заңының Кричевер-Ноэн жалпы эллиптикалық жиынына сәйке келуі [1].

**Түін сөздер:** Формалды топтар заңдары, когомология теориясы.

**М. Бакурадзе**

*Факультет точных и естественных наук Тбилисского государственного университета имени Ив. Джавахишвили, Тбилиси, Грузия*  
*Математический институт им. А. Размадзе АН Грузии, Тбилиси, Грузия*

**Некоторые точные выражения относительно законов формальных групп Надирадзе**

**Аннотация:** Получены некоторые точные выражения относительно коэффициентов колец законов формальных групп Надирадзе. Мотивация заключается в том, что законы формальных групп Надирадзе, Бухштабера и Кричевера идентичны и закон формальной группы Кричевера соответствует общему эллиптическому роду Кричевера-Ноэна [1].

**Ключевые слова** Законы формальных групп, теория когомологии.

**References**

- 1 Höhn G. Komplexe elliptische Geschlechter und  $S^1$ -äquivariante Kobordismustheorie, Diplomarbeit, Bonn und Vallendar, August 1991. [arXiv:math/0405232](https://arxiv.org/abs/math/0405232).
- 2 Buchstaber V.M. Functional equations associated with addition theorems for elliptic functions and two-valued algebraic groups, Uspekhi Mat. Nauk., 45(3(273)), 185-186(1990).
- 3 Novikov S.P. The methods of algebraic topology from the viewpoint of cobordism theory, Math. USSR-Izv., 31(4), 855-951(1967).
- 4 Hazewinkel M. Constructing formal groups I: the local one dimensional case, J. Pure Appl. Algebra., 9(2-3), 151-162(1977).
- 5 Quillen D. On the formal group laws of unoriented and complex cobordism theory, Bull. Amer. Math. Soc., 75, 1293-1298(1969).
- 6 Bakuradze M., Jibladze M. Some explicit expressions concerning BP, Georgian Math. Journal, 23(2), 157-167(2016).
- 7 Krichever I. Generalized elliptic genera and Baker-Akhiezer functions, Math. Notes, 47(2), 132-142(1990).
- 8 Bakuradze M. On the Buchstaber formal group law and some related genera, Proc. Steklov Inst. of Math., 286(1), 7-21(2014).
- 9 Bakuradze M. Formal group laws by Buchstaber, Krichever and Nadiradze coincide, Uspekhi Mat. Nauk., 68(3(411)), 189-190(2013).
- 10 Bakuradze M. Computing the Krichever genus, J. Homotopy Relat. Struct, 9(1), 85-93(2014).
- 11 Bakuradze M. and Jibladze M. On the coefficient ring of rational formal group law, Proc. Razmadze Math. Inst., 159, 1-9(2012).
- 12 Nadiradze R. Formal group and cohomology theories: dissertation for the Doct. of Sci. Degree, Tbilisi, 1995.
- 13 Buchstaber V.M., Kholodov A. N. Formal groups, functional equations, and generalized cohomology theories, Math. USSR Sbornik. -1991. -Vol. 69. -№1. -P. 77-97; translation from Mat. Sb., 181(1), 75-94(1990).
- 14 Busato Ph. Realization of Abel universal formal group law, Math. Z., 239, 527-561(2002).
- 15 Rudyak Yu. On Thom Spectra, Orientability, and Cobordism, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998.

**Авторлар туралы мәліметтер:**

*Бакурадзе М.- физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, Ив. Джавахишвили Тбилиси мемлекеттік университетінің дәл және жаратылыстау ғылымдары факультеті, Тбилиси, Грузия; А. Размадзе атындау Грузия ғылым академиясының Математика институтының аға ғылыми қызметкері, Тбилиси, Грузия.*

*Bakuradze M.- Doctor of Phys.-Math. Sciences, Prof., Faculty of exact and natural sciences, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia; Senior Researcher A. Razmadze Math. Institute, Tbilisi, Georgia.*

*Редакцияға 07.03.2019 қабылданды*

**«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Математика. Информатика. Механика сериясы» журналына жіберілетін жұмыстарға қойылатын талаптар**

*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. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақала авторының басып шығарушы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетіне мақаласын басуға келісімін және кез келген шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісімін білдіреді.

2. Баспаға (барлық жариялаушы авторлардың қол қойылған қағаз нұсқасы және электронды нұсқасында) журналдың түпнұсқалы стильдік файлының міндетті қолданысымен LaTeX баспа жүйесінде дайындалған Tex- пен Pdf-файлындағы жұмыстар ұсынылады. Стильдік файлы *bulmathmc.enu.kz* журнал сайтынан жүктеп алуға болады. Мақаламен бірге авторлар редакцияға ілеспе хат жолдаулары қажет.

3. Мақаланың көлемі 6 беттен кем және 18 беттен артық болмауы тиіс. Талап деңгейінен асқан жұмыстар редакциялық алқа отырысында қаралып, баспаға ерекше жағдайда ғана рұқсат етіледі.

4. Жұмыстың мәтіні ХҒТАР (Халықаралық ғылыми-техникалық ақпарат рубрикаторы) кодының көрсеткішімен басталып, кейін автор(лар)дың аты және тегі, жұмыс орнының толық атауы, қаласы, мемлекеті, E-mail-ы, мақаланың толық атауы, аннотациясы көрсетіледі. Аннотация 150-200 сөз көлемінде болуы тиіс, сонымен қатар мәтінде күрделі есептік формулалар болмауы, мақаланың толық аты қайталанбауы, жұмыстың мәтіні мен әдебиеттер тізімінде көрсетілетін сілтемелер болмауы керек. Аннотация мақаланың ерекшеліктерін көрсететін және оның құрылымын (кіріспе, есептің қойылымы, мақсаты, тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер және олардың талқылаулары, қорытынды) сақтайтын мақаланың қысқаша мазмұны болуы тиіс.

5. 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.

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 тиым салынады.

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

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

5 Киров 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. *Редакцияның мекенжайы:* 010008, Қазақстан, Астана қаласы, Қ.Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 408-кабинет. Телефоны: (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: [vest\\_math@enu.kz](mailto:vest_math@enu.kz). Сайт: [bulmathmc.enu.kz](http://bulmathmc.enu.kz).

Provision on articles submitted to the journal  
"Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.  
Mathematics. Computer Science. Mechanics 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. 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.

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 *bulmathmc.enu.kz*. Authors also need to submit a cover letter.

3. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages). The article, exceeding this volume is accepted for publication in exceptional cases by a special decision of the journal Editorial Board.

4. The text of the article begins with the IRSTI (International Rubricator of Scientific and Technical Information), then followed by the Initials and Surname of the author (s); full name of organization, city, country; E-mail of the author (s); the article title; abstract. Abstract should consist of 150-250 words, it should not contain cumbersome formulas, the content should not repeat the article title, abstract should not contain references to the text of the article and the list of literature), abstract should be a brief summary of the article content, reflecting its features and preserving the article structure - introduction, problem statement, goals, history, research methods, results with its discussion, conclusion.

5. 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.

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., Темиргалиев 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, посвященная 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. *Address:* 010008, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev St., 2., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408). *E-mail:* [vest\\_math@enu.kz](mailto:vest_math@enu.kz). *Сайт:* [bulmathmc.enu.kz](http://bulmathmc.enu.kz).



**Правила представления работ в журнал**  
**"Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева.**  
**Серия Математика. Информатика. Механика"**

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

1. Отправление статьи в редакцию означает согласие автора (авторов) на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статьи в журнале и переиздания их на любом иностранном языке.

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 *bul-mathmc.enu.kz*. А также авторам необходимо представить в редакцию Сопроводительное письмо.

3. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц). Работы, превышающие указанный объем, принимаются к публикации в исключительных случаях по особому решению Редколлегии журнала.

4. Текст работы начинается с рубрикатора МРНТИ (Международный рубрикатор научно-технической информации), затем следуют инициалы и фамилия автора(ов), полное наименование организации, город, страна, E-mail автора(ов), заглавие статьи, аннотация. Аннотация должна состоять из 150-250 слов, не должна содержать громоздкие формулы, по содержанию не должна повторять название статьи, не должна содержать ссылки на текст работы и список литературы, должна быть кратким изложением содержания статьи, отражая её особенности и сохранять структуру статьи - введение, постановка задачи, цели, история, методы исследования, результаты с их обсуждением, заключение, выводы.

5. 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.

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://semr.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. Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, учебно-административный корпус, каб. 408. Тел: (7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: [vest\\_math@enu.kz](mailto:vest_math@enu.kz). Сайт: [bulmathmc.enu.kz](http://bulmathmc.enu.kz).

Бас редактор:

Н. Темірғалиев

Жауапты редактор:

А. Ж. Жұбанышева

Жауапты хатшы:

А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің  
хабаршысы. Математика. Информатика. Механика сериясы.  
- 2019. 1(126)- Астана: ЕҰУ. 80-б.  
Шартты б.т. - 16. Таралымы - 25 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қ.,  
Сәтпаев көшесі, 2.

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті  
Тел.: +7 (7172) 70-95-00(ішкі 31-410)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды