

ISSN (Print) 2616-7263
ISSN (Online) 2663-1261

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY Series

Серия **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

№3(128)/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 Мерзадинова Г.Т.
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Жусупбеков А.Ж.
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Тогизбаева Б.Б.
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Сарсембаев Б.К.
т.ғ.к., доцент, Назарбаев университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

Редакция алқасы

Акира Хасегава	проф., Хачинохе технологиялық институты, Хачинохе, Жапония
Акитоши Мочизуки	проф., Токусима Университеті, Токусима, Жапония
Базарбаев Д.О.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан
Байдабеков А.К.	т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамкан Университеті, Тайбэй, Тайвань
Жардемов Б.Б.	т.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Жумагулов М.Г.	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Йошинори Ивасаки	проф., Геологиялық зерттеулер институты, Осака, Жапония
Калякин В.Н.	проф., Делавэр Университеті, Ньюарк, АҚШ
Тадатсугу Танака	проф., Токио Университеті, Токия, Жапония
Хое Линг	проф. Колумбия Университеті, Нью-Йорк, АҚШ
Чекаева Р.У.	а.к., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Юн Чул Шин	проф., Инчеон ұлттық университеті, Инчеон, Оңтүстік Корея

0

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

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР 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.
№16991 -ж тіркеу күәлігімен тіркелген
Тиражы: 25 дана
Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі 12/1
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

© Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Editor-in-Chief **Gulnara Merzadinova**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Baglan Togizbayeva**

Prof., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Deputy Editor-in-Chief **Bayandy Sarsembayev**

Assoc. Prof., Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial Board

Akira Hasegawa	Prof., Hachinohe Institute of Thechnology, Hachinohe, Japan
Akitoshi Mochizuki	Prof., University of Tokushima, Tokushima, Japan
Daniyar Bazarbayev	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Auez Baydabekov	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Rahima Chekaeva	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Der Wen Chang	Prof., Tamkang University, Taipei, Taiwan (ROC)
Eun Chul Shin	Prof., Incheon National University, Incheon, South Korea
Hoe Ling	Prof., Columbia University, New York, USA
Viktor Kaliakin	Prof., University of Delaware, Newark, Delaware, USA
Zhanbolat Shakhmov	Assoc.Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Tadatsugu Tanaka	Prof., University of Tokyo, Tokyo, Japan
Yoshinori Iwasaki	Prof., Geo Research Institute, Osaka, Japan
Bolat Zardemov	Doctor of Engineering, L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
Mihail Zhumagulov	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan

Editorial address:

2, Satpayev str., of. 349, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: vest_techsci@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: Aizhan Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.

TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY 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 №16991-ж from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

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

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bultech.enu.kz>

© L.N.Gumilyov Eurasian National University

Главный редактор Мерзединова Г.Т.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Жусупбеков А.Ж.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Тогизбаева Б.Б.
д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

Зам. главного редактора Сарсембаев Б.К.
к.т.н., доцент, Назарбаев университет, Нур-Султан, Казахстан

Редакционная коллегия

Акира Хасегава	проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония
Акитоши Мочизуки	проф., Университет Токусима, Токусима, Япония
Базарбаев Д.О.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Казахстан
Байдабеков А.К.	д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Дер Вэн Чанг	проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань
Жардемов Б.Б.	д.т.н., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Жумагулов М.Г.	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Йошинори Ивасаки	проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония
Калякин В.Н.	проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США
Тадатсугу Танака	проф., Токийский Университет, Токио, Япония
Хое Линг	проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США
Чекаева Р.У.	к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Юн Чул Шин	проф., Инчхонский национальный университет, Инчхон, Южная Корея

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 349
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). *E-mail:* vest_techsci@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.

Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

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 №16991-ж от 27.03.2018 г.

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). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

МАЗМҰНЫ

<i>Байхожаева Б.Ұ., Абенова А.А.</i> Тағамдық өнімдердің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету маңызды мемлекеттік тапсырма	8
<i>Жакупова А.Е., Калманова Д.М., Жұбаниязова К.Қ., Абсалым К.А.</i> Симметриялы емес диметилгидразиннің (СЕДМГ) зымыран-тасығыштар сатыларының құлау аудандарындағы қоршаған ортаға әсері	15
<i>Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Тайманова Г.К., Түймебай А.С.</i> Топырақ өңдеу машиналарының жұмыс органдарының әдірлікті қауіпсіздігін зерттеу әдістемесі	22
<i>Замалитдинова М.Г., Ткачева И.П., Ергалиев Д.С., Сейтқожина А.</i> Ғарыш суреттерін пайдалану негізінде NDVI өсімдік индексі қолдануымен Арал теңізі аймағында өсімдіктердің өзгеруін зерттеу	32
<i>Келаманов Б.С., Жумағалиев Е.У., Сариев О.Р., Абдирахит А.М., Бурумбаев А.Г.</i> Fe-W-Si-C жүйесінің термодинамикалық-диаграммалық талдауы	39
<i>Нурпеисова М.Б., Левин Е., Кыргызбаева Г.М., Доненбаева Н.С.</i> Ашық және жерасты тау-кен қазбаларының өзара әсерінен туындайтын геомеханикалық процестерді математикалық модельдеу	45
<i>Ниязбекова Р.К., Ибжанова А.А., Веретельников Н.В., Джанахметов У.К.</i> Сабаннан жасалған қағаздың тосқауыл қасиеттерін және микро және нанобөлшектерінің өткізгіштігін зерттеу, жаңа өнімді стандарттау үшін ұсыныстар	51
<i>Оразбаев Б.Б., Сейтова Н.Н., Оразбаева К.Н., Серимбетов Б.А., Мазатова В.Е.</i> Күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттарының математикалық модельдер кешенін жүйелік талдау негізінде құру	57
<i>Рамазанова Ж.М., Мустафа Л., Ергалиев Д., Жакупова А., Бейсембаева Б.</i> Электродит ерітінділерінде микроплазмалық емдеу процесін зерттеу	67
<i>Семенов Ш.Ж., Боранбаев С.Н., Касенова М.Н., Сейлов А.А., Шингисов Д.С.</i> Ақпараттық-коммуникациялық трафикті интеллектуалды талдау	76
<i>Сузев Н.А., Утепов Е.Б., Роот Е.Н., Шахматов Ж.А., Линг Х.И., Жусупбеков А.Ж.</i> Өздігінен тығыздалатын бетонның құрылыс алаңдарына әсері	88
<i>Туленов А., Шойбеков Б.Ж., Усипбаев У.А., Кокаев У.Ш., Абдирахимов Е.Е.</i> Автомобиль көлігі жылжымалы құрамын техникалық пайдалану нормативтерін бағалау	98
<i>Утепов Е.Б., Казеев А.Б., Калякин В.Н., Жусупбеков А.Ж.</i> Құрылысты жоспарлау үшін кеңейтілген шындықтың мәні	104
<i>Цой А.П., Алимжешова А.Х.</i> Фермадағы сүтті салқындатуға арналған жердің тиімді сәулеленуін пайдаланатын құрылысы	111

**BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY.
TECHNICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY SERIES**

№3(128)/2019

CONTENTS

<i>Baikhozhayeva B.U., Abenova A.A.</i> Quality assurance and food safety - an important State task	8
<i>Zhakupova A.Y., Kalmanova D.M., Zhubaniyazova K.K., Absalyam K.A.</i> Influence of asymmetric dimethylhydrazine on the environmental condition in the falling areas of stages of rocket	15
<i>Zhusin B.T., Guliarenko A.A., Taimanova G.K., Tuimebay A.S.</i> To determination of wear-resistance of working bodies of soil machining machines	22
<i>Zamalitdinova M.G., Tkacheva I.P., Ergaliev D.S., Seitkogina A.</i> Study of vegetation changes in the Aral Sea zone based on satellite images using the vegetative index NDVI	32
<i>Kelamanov B.S., Zhumagaliyev Ye.U., Sariyev O.R., Abdirashit A.M., Burumbayev A.G.</i> Thermodynamic diagram analysis of the system Fe-W-Si-C	39
<i>Nurpeisova M.B., Levin E., Kirgizbayeva G.M., Donenbaeva N.S.</i> Mathematical modeling of geomechanical processes with the mutual influence of open and underground mining	45
<i>Niyazbekova R.K., Ibzhanova A.A., Veretelnikov N.V., Dzhanakhmetov U.K.</i> Studies of the barrier properties and transmittance of micro-and nanoparticles of paper from straw and recommendations for standardization of new products	51
<i>Orazbayev B.B., Seitova N.N., Orazbayeva K.N., Serimbetov B.A., Makhatova V.E.</i> Development of mathematical models of the main units of the sulfur production unit based on system analysis	57
<i>Ramazanova Zh.M., Mustafa L., Ergaleev D., Zhakupova A., Beisembayeva B.</i> Investigation of the process of microplasma treatment in electrolyte solutions	67
<i>Seilov Sh.Zh., Boranbayev S.N., Kassenova M.N., Seilov A.A., Shingissov D.S.</i> Intellectual analysis of information and communication traffic	76
<i>Suzev N.A., Utepov Ye.B., Root Ye.N., Shakhmov Zh.A., Ling H.I., Zhussupbekov A.Zh.</i> Impact of self-compacting concrete for construction sites	88
<i>Tulenov A., Shoybekov B.Zh., Usipbaev U.A., Kokayev U.Sh., Abdiraimov E.E.</i> The technical operation's standards evaluation of the road transport's rolling stock	98
<i>Utepov Ye.B., Kazkeev A.B., Kaliakin V.N., Zhussupbekov A.Zh.</i> Value of augmented reality for construction planning	106
<i>Coj A.P., Alimkeshova A.H.</i> Setting for cooling milk on a farm, using efficient earth radiation	111

СОДЕРЖАНИЕ

	8
<i>Байхожжаева Б.У., Абенова А.А.</i> Обеспечение качества и безопасности продуктов питания – важное государственное поручение	
<i>Жакупова А.Е., Калманова Д.М., Жубаниязова К.К., Абсалям К.А.</i> Воздействие несимметричного диметилгидразина (НДМГ) на состояние окружающей среды в районах падения ступеней ракет-носителей	15
<i>Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Тайманова Г.К., Туймебай А.С.</i> К определению износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин	22
<i>Замалитдинова М.Г., Ткачева И.П., Ергалиев Д.С., Сейткожина А.</i> Исследование изменения растительности в зоне Аральского моря на основе космических снимков с использованием вегетационного индекса NDVI	32
<i>Келаманов Б.С., Жумагалиев Е.У., Сариев О.Р., Абдирашит А.М., Бурумбаев А.Г.</i> Термодинамически-диаграммный анализ системы Fe-W-Si-C	39
<i>Нурпеисова М.Б., Левин Е., Кыргызбаева Г.М., Доненбаева Н.С.</i> Математическое моделирование геомеханических процессов при взаимном влиянии открытых и подземных горных выработок	45
<i>Ниязбекова Р.К., Ибжанова А.А., Веретельников Н.В., Джанахметов У.К.</i> Исследования барьерных свойств и пропускаемости микро- и наночастиц бумаги из соломы и рекомендации для стандартизации новой продукции	51
<i>Оразбаев Б.Б., Сейтова Н.Н., Оразбаева К.Н., Серимбетов Б.А., Махатова В.Е.</i> Разработка математических моделей основных агрегатов блока производства серы на основе системного анализа	57
<i>Рамазанова Ж.М., Мустафа Л., Ергалиев Д., Жакупова А., Бейсембаева Б.</i> Исследование процесса микроплазменной обработки в растворах электролитов	67
<i>Сеилов Ш.Ж., Боранбаев С.Н., Касенова М.Н., Сейлов А.А., Шингисов Д.С.</i> Интеллектуальный анализ информационно-коммуникационного трафика	76
<i>Сузев Н.А., Утепов Е.Б., Роот Е.Н., Шахмов Ж.А., Линг Х.И., Жусупбеков А.Ж.</i> Эффект самоуплотняющегося бетона для строительных площадок	88
<i>Туленов А., Шойбеков Б.Ж., Усипбаев У.А., Кокаев У.Ш., Абдираимов Е.Е.</i> Оценка нормативов технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта	98
<i>Утепов Е.Б., Казеев А.Б., Калякин В.Н., Жусупбеков А.Ж.</i> Значение дополненной реальности для планирования строительства	104
<i>Цой А.П., Алимжешова А.Х.</i> Установка для охлаждения молока на ферме, использующая эффективное излучение Земли	111

Ж.М. Рамазанова¹, Л. Мустафа¹, Д. Ергалиев², А. Жакупова²,
Б. Бейсембаева²

¹ АО «Национальный центр космических исследований и технологий», г. Алматы,
Казахстан

² Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
(E-mail: zh_ram@mail.ru, mustafa_laura@mail.ru, eds_kaz67@mail.ru, mira7906@mail.ru,
cagimjan@mail.ru)

Исследование процесса микроплазменной обработки в растворах электролитов

Аннотация: Развитие современной промышленности требует разработки высокопроизводительных способов получения покрытий на поверхности легких конструкционных материалов. Применение изделий и конструкций из алюминия и его сплавов, имеющих высокую износостойкость, коррозионную стойкость преобладает во многих отраслях промышленности, в частности в авиастроении, судостроении, транспортном машиностроении. В настоящее время для решения данной задачи все больше используется перспективный метод обработки поверхности - метод микродугового оксидирования (МДО). Результаты исследования показали, что с увеличением длительности анодного импульса тока от 50 до 200 мкс с ростом толщины покрытия увеличиваются такие параметры покрытия, как шероховатость, коэффициент трения. Оксидные покрытия, формируемые в импульсном режиме МДО, отличаются высокой износостойкостью, микротвердостью, различной пористостью.

Ключевые слова: микродуговое оксидирование, оксидное покрытие, износостойкость, коэффициент трения.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2019-128-3-67-75>

Введение. В настоящее время алюминий и его сплавы применяют во многих областях промышленности и техники благодаря их свойствам. Большое распространение алюминий получил как антикоррозийное покрытие, он прекрасно защищает металлические поверхности от действия различных химических веществ и атмосферной коррозии.

Значительно расширить область применения алюминия и его сплавов позволяет обработка поверхности алюминия с целью создания износостойких, коррозионностойких, термостойких и других покрытий различными методами.

Одним из перспективных методов модифицирования поверхности алюминия и его сплавов является микроплазменная обработка в растворах электролитов, называемая также микродуговым оксидированием [1-6].

Микродуговое оксидирование (МДО) – электрохимический процесс модификации поверхности вентильных металлов и их сплавов в электролитной плазме с целью получения оксидных покрытий с различными функциональными свойствами.

Метод позволяет эффективно обрабатывать поверхности изделий, изготовленных литьем и способом порошковой металлургии [7-8]. Состав покрытия зависит от материала подложки и состава электролита [9-13].

Метод является экологически чистым в сравнении с традиционным методом анодирования.

Постановка задачи. В настоящее время начинают использовать методы микродугового оксидирования на быстропотекающих (импульсных) энергетических воздействиях, где скорость изменения напряжения достигает значений 10^8 В/с, а плотность тока – 600 А/дм² [14-17]. Данный режим позволяет формировать покрытия с гораздо меньшими энергетическими затратами.

Цели. Целью исследования данной работы является изучение влияния быстротекущих импульсных воздействий процесса микродугового оксидирования на физико-механические свойства оксидного покрытия.

Методы исследования. Покрытие формировали на плоских образцах алюминия марки А0 (Aluminium 1100, ENAW-1100). Образцы изготавливались в виде прямоугольной формы размером 20 × 20 × 3 мм.

Электрохимической ячейкой служила ванна из нержавеющей стали объемом 1000 мл с системой водяного охлаждения. При этом корпус ванны служил катодом, анодом служил обрабатываемый образец. Для модификации поверхности алюминиевого образца использовали импульсный источник напряжения, позволяющий генерировать импульсы прямоугольной формы. Частота следования анодных импульсов составляла 50 Гц. Покрытия формировали при анодной поляризации алюминиевых образцов. При этом были получены две партии образцов с оксидным покрытием. Первая партия образцов с оксидным покрытием была получена при различных длительностях анодного импульса тока, условия процесса МДО приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Режимы МДО-1.

Поляризующее напряжение, В	Длительность анодного импульса тока, мкс	Температура электролита, °С	Время процесса МДО, мин
300	50	25-27	20
300	100	25-27	20
300	150	25-27	20
300	200	25-27	20

Вторая партия образцов была получена при различных значениях поляризующего напряжения, условия процесса приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Режимы МДО-2.

Поляризующее напряжение, В	Длительность анодного импульса тока, мкс	Температура электролита, °С	Время процесса МДО, мин
100	200	25-27	20
200	200	25-27	20
300	200	25-27	20
400	200	25-27	20

Микротвердость оксидного покрытия определяли на нанотвердомере «Nano Hardness Tester» фирмы CSEM вдавливанием индентора с алмазным наконечником, с действующей на него нагрузкой равной 20 мН. Обработка экспериментальных данных осуществлялась по результатам измерений не менее 3 отпечатков.

Износостойкость оксидного покрытия определялась на высокотемпературном трибометре ТНТ-S-AX0000. Величина износостойкости определялась по площади трека, измеренного на трехмерном профилометре с использованием компьютерной программы Mountains Map Universal и получением трёхмерных изображений поверхности образцов с треком. Шероховатость оксидного покрытия определяли также на профилографе Micro Measure 3D station.

Толщину покрытия измеряли на толщиномере QuaNix-1500. Пористость, распределение пор оценивали по микрофотографиям, которые получили на растровом электронном микроскопе Quanta 200i 3D пользуясь методами планиметрии, секущих и точек, как отношение площади изображения пор к общей площади участка наблюдения [55].

Результаты. В настоящее время использование метода микродугового оксидирования, основанного на быстромменяющемся (импульсном) энергетическом воздействии позволяет формировать оксидное покрытие с гораздо меньшими энергетическими затратами [56-60]. Так как анодные импульсы генерируются с частотой 50 Гц, то не происходит сильного перегрева как приэлектродного слоя электролита, так и самой алюминиевой основы. За данный период времени тепло успевает отводиться вглубь раствора. Это позволяет получить качественные покрытия.

На рис. 1 представлены зависимости толщины и шероховатости оксидного покрытия от длительности анодного импульса тока согласно условиям режима микродугового оксидирования 1 (табл.1).

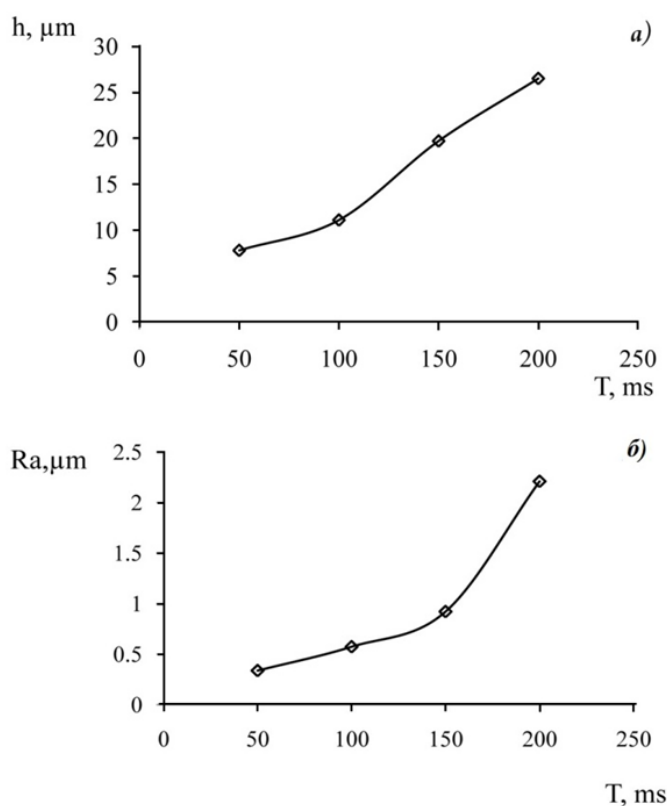


Рисунок 1 – а - Зависимость толщины оксидного покрытия от длительности анодного импульса тока; б - зависимость шероховатости покрытия от длительности анодного импульса тока

С увеличением длительности анодного импульса тока, которая приводит к интенсивности микродуговых разрядов, производительность образования покрытия растет. По экспериментальным данным наблюдается рост толщины покрытия. Последнее приводит к увеличению шероховатости оксидного слоя.

При исследовании физико-механических свойств формируемых покрытий износостойкость определялась по площади трека, измеренного на трехмерном профилометре с использованием компьютерной программы Mountains Map Universal и получением трёхмерных изображений поверхности образцов с треком.

Таблица 3 - Поверхностная пористость оксидного покрытия.

Поляризу- ющее напряжение, В	Длительность анодного импульса тока, мкс	Время, мин.	Толщина покрытия, мкм	Порис- тость ΔS , %	Количество пор на 1 см ² покрытия	Средний диаметр пор, мкм
300	50	20	7.8	16.6	$6.6 \cdot 10^5$	3.3
300	100	20	11.1	21.9	$4.4 \cdot 10^5$	4.9
300	150	20	19.7	15.1	$2.2 \cdot 10^5$	5.1
300	200	20	26.5	14.6	$2.0 \cdot 10^5$	5.4

Из трехмерных изображений поверхностей образцов с треком (рис. 2) видно, что ширина трека исходного образца без покрытия превосходит ширину треков образцов с оксидным покрытием, полученных при различных длительностях анодного импульса тока.

Физико-механические свойства и площади треков приведены в табл.4 для образцов без покрытия и с оксидным покрытием, полученных при различных длительностях импульса.

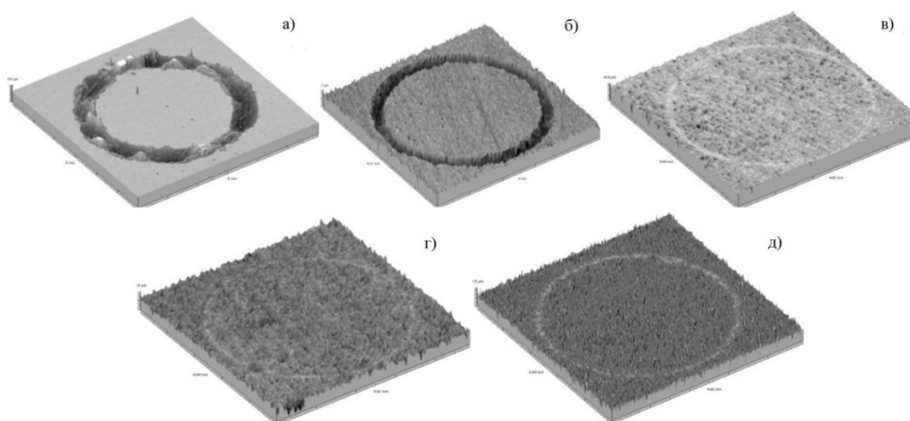


Рисунок 2 – Трёхмерные изображения поверхностей образцов с треком: а - для образца без покрытия; б - для образца с покрытием, полученным при длительности анодного импульса тока 50 мкс; в - для образца с покрытием, полученным при длительности анодного импульса тока 100 мкс; г - для образца с покрытием, полученным при длительности анодного импульса тока 150 мкс; д - для образца с покрытием, полученным при длительности анодного импульса тока 200 мкс.

Таблица 4 - Свойства оксидных покрытий.

Образцы	Площадь трека, мкм ²	Микротвердость, МПа	K _{тр}
Образец без покрытия	13592.11	-	-
Образец с оксидным покрытием, полученным при длительности анодного импульса тока 50 мкс	3127.22	1522.7	0.85
Образец с оксидным покрытием, полученным при длительности анодного импульса тока 100 мкс	241.55	1888.2	1.12
Образец с оксидным покрытием, полученным при длительности анодного импульса тока 150 мкс	178.52	3775.7	2.16
Образец с оксидным покрытием, полученным при длительности анодного импульса тока 200 мкс	113.3	33543.9	3.6

Как видно из табл. 4 площади треков образцов с оксидным покрытием значительно меньше площади трека исходного образца, что свидетельствует о высокой износостойкости покрытия. Наибольшая износостойкость и микротвердость наблюдается у оксидного покрытия, полученного при длительности анодного импульса тока 200 мкс.

При реализации любого технологического процесса важным критерием производительности процесса является время или скорость образования покрытия. Из результатов исследования видно, что при значениях длительности анодного импульса тока 50 мкс, 100 мкс, 150 мкс скорость образования покрытия составляет порядка 0.4; 0.6; 0.9 мкм в минуту соответственно (рис. 1 а). При длительности анодного импульса тока 200 мкм скорость образования оксидного слоя составляет порядка 1.3 мкм в минуту, что является более приемлемым.

Таким образом, исходя из исследований морфологии и физико-механических свойств покрытия и технологичности процесса, можно сказать, что основной функциональный слой с высокой износостойкостью, микротвердостью и шероховатостью равный 2.2 мкм формируется при длительности анодного импульса тока 200 мкс. Данное значение длительности анодного импульса выбирается для дальнейших исследований.

Проведенные исследования по влиянию поляризующего напряжения на свойства покрытия согласно условиям режима МДО 2 (табл. 2) показали, что при поляризующих напряжениях 100 В, 200 В при значении длительности анодного импульса тока 200 мкс приводит к образованию тонких покрытий до 3 мкм (рис. 3а).

С ростом поляризующего напряжения увеличивается толщина и шероховатость покрытия (рис. 3 а,б).

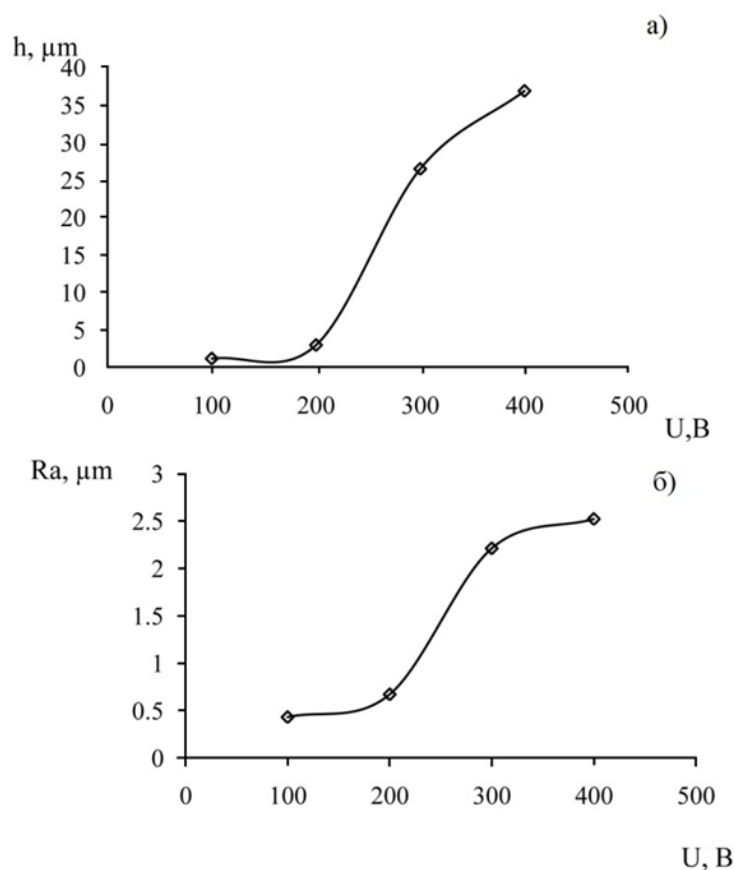


Рисунок 3 – а - Зависимость толщины оксидного покрытия от поляризующего напряжения; б - зависимость шероховатости покрытия от поляризующего напряжения

Физико-механические характеристики оксидного покрытия приведены в табл.5.

Таблица 5 - Свойства оксидных покрытий, полученных при различных значениях поляризующего напряжения

Образцы	Площадь трека, мкм ²	Микротвердость, МПа	K _{тр}
Образец без покрытия	13592.11	-	-
Образец с оксидным покрытием, полученным при поляризующем напряжении 200 В	12002.6	563.2	1.48
Образец с оксидным покрытием, полученным при поляризующем напряжении 300 В	113.3	33543.9	3.6
Образец с оксидным покрытием, полученным при поляризующем напряжении 400 В	110.9	2605.0	3.7

Сравнивая значения по износостойкости покрытия по площади трека, полученные при поляризующих напряжениях 300 В и 400 В можно отметить, что они не сильно отличаются друг от друга. При учете совокупности механических свойств по износостойкости и поверхностной микротвердости наиболее предпочтительным является формирование покрытия при поляризующем напряжении 300 В при длительности анодного импульса тока 200 мкс, времени процесса 20 минут.

Химический анализ сформированного покрытия при длительности анодного импульса тока 200 мкс, поляризующем напряжении 300 В, времени процесса 20 минут показал, что основу покрытия составляет оксид алюминия (рис. 4). Также в оксидное покрытие входят соединения

элементов состава электролита, которые могут образовывать с алюминиевой основой оксидные и иные соединения.

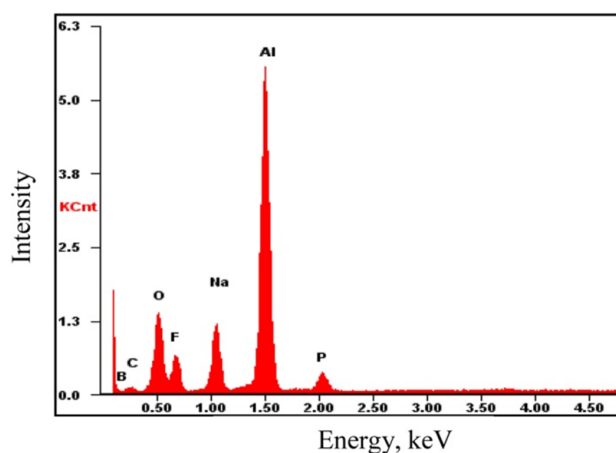


Рисунок 4 – Химический состав оксидного покрытия

Весовые и атомные проценты соответствующих элементов покрытия приведены в табл.6. Таблица 5 - Свойства оксидных покрытий, полученных при различных значениях поляризующего напряжения

Элемент	Весовой процент, Wt%	Атомный процент, At%
B	3.26	5.89
C	4.08	6.65
O	30.49	37.27
F	12.81	13.18
Na	11.74	9.99
Al	35.13	25.46
P	2.49	1.57

Заключение. В результате исследования показано, что с увеличением длительности анодного импульса тока и ростом толщины оксидного слоя увеличивается шероховатость покрытия.

Рост толщины покрытия приводит к зарастанию сквозных и образованию замкнутых пор. Увеличение длительности анодного импульса тока приводит к уменьшению пористости покрытия, но средний диаметр пор при этом увеличивается.

Увеличение значения поляризующего напряжения приводит к увеличению скорости образования, шероховатости покрытия.

При длительности анодного импульса 200 мкс и поляризующем напряжении 300 В формируется покрытие с высокой износостойкостью, поверхностной микротвердостью 33.5 ГПа, шероховатостью 2.2 мкм.

Реализация процесса при малых значениях длительности импульсов тока позволяет избежать образования рыхлого наружного слоя покрытия. При этом отпадает необходимость в последующем технологическом процессе - механической обработки наружного слоя (шлифования). Наружный слой формируется плотным и может являться функциональным.

Список литературы

- 1 Kurze P. Micro Arc/ Spark Anodization // Galvanotechnik. - 2003. - № 94 (8). - P. 1850-1863.
- 2 Мамаев А.И., Мамаева В.А. Сильноточные процессы в растворах электролитов //Новосибирск.: Изд. СОРАН, 2005. - С.255.
- 3 Yerokhin A.L., Shatrov A., Samsonov V., Shashkov P., Pilkington A., Leyland A., Matthews A. Oxide ceramic coatings on aluminium alloys produced by a pulsed bipolar plasma electrolytic oxidation process // Surface and Coatings Technology. - 2005. - Vol. 199. - P. 150-157.

- 4 Jeong-Hwan Song, Kyung-Su Nam, Jung-In Moon, Young-Jun Choi, Dae-Young Lim. Influence of the duty cycle on structural and mechanical properties of oxide layers on Al-1050 by a plasma electrolytic oxidation process // *Metals and Materials International*. - 2014. - Vol.20. - Issue 3. - P. 451-458.
- 5 Song Chen, Fang Zhang, Decai Qin, Haijun Tao, Yangyang, Yunshan Bai. Influence of cathodic current density on properties of ceramic coatings on 6063 aluminum alloy by micro-arc oxidation // *Journal of electrochemical science*. - 2016. - № 11. - P. 3296-3310.
- 6 Ovundur M., Muhaffel F., Cimenoglu H. Characterization and tribological properties of hard anodized and micro arc oxidized 5754 quality aluminum alloy // *Tribology in Industry*. -2015. - Vol. 37. - № 1. - P. 55-59.
- 7 Полуниин А.В., Ивашин П.В., Растегаев И.А., Боргардт Е.Д., Кришталь М.М. Износостойкость оксидных слоев, сформированных на силумине АК9рсн путем микродугового окисления в электролите, модифицированном наночастицами диоксида кремния // *Российская металлургия (Металлургия)*. - 2016. - № 4. - С. 385-388.
- 8 Савушкина С.В., Агуреев Е., Ашмарин А.А., Иванов Б.С., Апельфельд А.В., Виноградов А.В. Исследование керамико-подобных покрытий, сформированных на алюминиевых композитах путем микродугового окисления // *Журнал поверхностных исследований: рентгеновские, синхротронные и нейтронные методы*. - 2017. - Т. 11, №6. - С. 1154-1158.
- 9 Ваганов-Вилькинс А. А., Павлов А. Д., Руднев В. С., Суховерхов С. В. Состав композитных полимер-оксидных покрытий на алюминии по данным пиролитической хромато-масс-спектрометрии // *Защита металлов и физическая химия поверхностей*. - 2018. - Т. 54, № 3. - С. 442-447
- 10 Mosab Kaseem, HaeWoong Yang & Young Gun Ko. Toward a nearly defect-free coating via high-energy plasma sparks // *Scientific Reports*. 2017. DOI:10.1038/s41598-017-02702-3.
- 11 Борисов А.М., Крит Б.Л., Людин В.Б., Морозова Н.В., Суминов И.В., Апельфельд А.В. Микродуговое окисление в суспензионных электролитах: обзор // *Поверхностная инженерия и прикладная электрохимия*. - 2016. - Т. 52, № 1.- С. 50-78.
- 12 Руднев В.С., Морозова В.П., Лукьянчук И.В., Адигамова М.В., Ткаченко И.А., Устинов А.Ю., Харитонский П.В., Фролов А.М. Структуры и магнитные свойства железосодержащих и кобальтсодержащих оксидных покрытий на алюминийном сплаве, образованном в электролитах с помощью плазменного электролитического окисления // *Российский физико-химический журнал*. - 2014. - Т. 88, № 5. - С. 863-869.
- 13 Беспалова Ж.И., Паненко И.Н., Дубовсков В.В. Осаждение и исследование композиционных покрытий с кислородсодержащими соединениями марганца на поверхности алюминиевого сплава D16 // *Российский журнал прикладной химии*. - 2018. - Т. 91, № 1. - С. 1-8.
- 14 Мамаев А.И., Мамаева В.А., Коленчин Н.Ф., Чубенко А.К., Ковальская Я.Б., Долгова Ю.Н., Белецкая Е.Ю. Закономерности роста и заполнения нитевидных каналов в неметаллических неорганических покрытиях при анодном окислении металлов клапанов. Математическое моделирование // *Российский физический журнал*. - 2015. - Т. 58, № 8, - С. 1049-1057.
- 15 Мамаев А.И., Мамаева В.А., Белецкая Е.Ю. Изучение закономерностей локализации высокоэнергетического потока в микро- и нанослоях на границе раздела твердых и жидких сред // *Российский физический журнал*. - 2017. - Т. 60, № 4. - С. 600-608.
- 16 Мамаев А.И., Мамаева В.А., Коленчин Н.Ф., Чубенко А.К., Ковальская Я.Б., Константинова Т.А., Долгова Ю.Н., Белецкая Е.Ю. Особенности формирования нитевидных каналов при формировании наноструктурированных неметаллических неорганических покрытий в микроплазменном гальваностатическом режиме в растворах // *Российский физический журнал*. - 2016. - Т.58, № 12. - С. 1720-1725.
- 17 Мамаев А. И., Мамаева В. А., Коленчин Н. Ф., Чубенко А. К., Ковальская Я. Б., Долгова Ю. Н., Белецкая Е.Ю. Особенности роста и заполнения нитевидных каналов в неметаллических неорганических покрытиях при анодном окислении металлов клапанов. Математическое моделирование // *Российский физический журнал*. - 2015. - Т.58, №8. - С. 1049-1057.

Ж.М. Рамазанова¹, Л. Мустафа¹, Д. Ергалиев², А. Жакупова², Б. Бейсембаева²

¹ «Ұлттық ғарыштық зерттеулер мен технологиялар орталығы» акционерлік қоғамы, Алматы, Қазақстан

² Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Электролит ерітінділерінде микроплазмалық емдеу процесін зерттеу

Аңдатпа Қазіргі заманғы индустрияның дамуы жеңіл құрылымдық материалдардың беттерінде жабындарды өндірудің жоғары тиімді әдістерін әзірлеуді талап етеді. Көптеген салаларда, атап айтқанда әуе кемелерінде, кеме жасауда, көлік техникасында, тозуға төзімді, тоттануға төзімділігі жоғары алюминийден және оның қорытпаларынан жасалған бұйымдар мен конструкциялар қолданылады. Қазіргі уақытта бұл мәселені шешу үшін микроарктік тотығуды (МАТ) беттік өңдеудің неғұрлым озық әдісі пайдаланылуда. Зерттеудің нәтижелері анодтық ток импульсінің ұзақтығы 50-ден 200 мкм-ге дейін ұлғайған кезде қалыңдығының қалыңдығын ұлғайта отырып, қаттылық, үйкеліс коэффициенті сияқты жабынның параметрлері жоғарылағанын көрсетті. МАТ импульстік режимінде қалыптасқан тотықты жабындар жоғары тозуға төзімділікпен, микроағзалықтығымен және түрлі кеуектіліктен ерекшеленеді.

Түйін сөздер: микроарктік тотықтыру, оксидті жабу, тозуға төзімділік, үйкелу коэффициенті.

Zh.M. Ramazanova¹, L. Mustafa¹, D. Ergaleev², A. Zhakupova², B. Beisembayeva²

¹ JSC "National Center of Space Research and Technology", Almaty, Kazakhstan

² L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Investigation of the process of microplasma treatment in electrolyte solutions

Abstract: The development of modern industry requires the development of high-performance methods for producing coatings on the surface of light structural materials. The use of products and structures made of aluminum and its alloys with high wear resistance, corrosion resistance prevails in many industries, in particular in aircraft manufacturing, shipbuilding, transport engineering. Currently, a more advanced method of surface treatment of microarc oxidation (MAO) is being used to solve this problem. The results of the study showed that with an increase in the duration of the anode current pulse from 50 to 200 ms with increasing coating thickness, such coating parameters as roughness, friction coefficient increase. Oxide coatings formed in the pulsed mode of MAO are distinguished by high wear resistance, microhardness, and various porosity.

Keywords: microarc oxidation, oxide coating, wear resistance, coefficient of friction.

References

- 1 Kurze P. Micro Arc/ Spark Anodization, Galvanotechnik, 8(94), 1850-1863 (2003).
- 2 Mamaev A.I., Mamaeva V.A., Sil'notochnyye protsessy v rastvorakh elektrolitov [High-current processes in electrolyte solutions], Izd. SORAN, Novosibirsk [Ed. SORAN, Novosibirsk], 255 (2005).
- 3 Yerokhin A.L., Shatrov A., Samsonov V., Shashkov P., Pilkington A., Leyland A., Matthews A. Oxide ceramic coatings on aluminium alloys produced by a pulsed bipolar plasma electrolytic oxidation process, Surface and Coatings Technology, 199, 150-157 (2005).
- 4 Jeong-Hwan Song, Kyung-Su Nam, Jung-In Moon, Young-Jun Choi, Dae-Young Lim. Influence of the duty cycle on structural and mechanical properties of oxide layers on Al-1050 by a plasma electrolytic oxidation process, Metals and Materials International, 20 (3), 451-458 (2014).
- 5 Song Chen, Fang Zhang, Decai Qin, Haijun Tao, Yangyang, Yunshan Bai. Influence of cathodic current density on properties of ceramic coatings on 6063 aluminum alloy by micro-arc oxidation, Journal of electrochemical science, (11), 3296-3310 (2016).
- 6 Ovundur M., Muhaffel F., Cimenoglu H. Characterization and tribological properties of hard anodized and micro arc oxidized 5754 quality aluminum alloy, Tribology in Industry, 37 (1), 55-59 (2015).
- 7 Polunin A. V., Ivashin P. V., Rastegaev I. A., Borgardt E. D., Krishtal M. M. Iznosostoykost' oksidnykh sloev, obrazuyushchikhsya po deystviyu AK9pch v rezul'tate mikroproizvodnogo okisleniya v elektrolite, modifitsirovanom nanochastitsami dioksida [Wear resistance of the oxide layers formed on AK9pch silumin by microarc oxidation in an electrolyte modified by silicon dioxide nanoparticles], Rossijskaja metallurgija (Metallurgija) [Russian Metallurgy (Metally)], (4), 385-388 (2016)
- 8 Savushkina S. V., Agureev E., Ashmarin A. A., Ivanov B. S., Apelfeld A. V., Vinogradov A. V. Issledovaniye keramiko-podobnykh pokrytiy, sformirovannykh na alyuminiyevykh kompozitakh putem mikrodogovogo okisleniya [Investigation of Ceramic-Like Coatings Formed on Aluminum Composites by Microarc Oxidation], Zhurnal poverkhnostnykh issledovaniy: rentgenovskiy, sinkhrotronnyy i neytronnyy metody [Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques], 11 (6), 1154-1158 (2017).
- 9 Vaganov-Vilkins A. A., Rudnev V. S., Pavlov A. D., Sukhoverkhov S. V. Sostav kompozitsionnykh polimer-oksidnykh pokrytiy na alyuminii po dannym piroliticheskoy khromato-mass-spektrometrii [Composition of composite polymer-oxide coatings on aluminum according to pyrolytic chromatography-mass spectrometry], Zashchita metallov i fizicheskaya khimiya poverkhnostey [Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces], 54 (3), 442-447 (2018).
- 10 Mosab Kaseem, HaeWoong Yang & Young Gun Ko. Toward a nearly defect-free coating via high-energy plasma sparks, Scientific Reports, 2017, DOI:10.1038/s41598-017-02702-3.
- 11 Borisov A. M., Krit B. L., Lyudin V. B., Morozova N. V., Suminov I. V., Apelfeld A. V. Mikrodogovoye okisleniye v suspenzionnykh elektrolitakh: obzor [Microarc oxidation in slurry electrolytes: A review], Inzheneriya poverkhnosti i prikladnaya elektrokimiya [Surface Engineering and Applied Electrochemistry], 52 (1), 50-78 (2016).
- 12 Rudnev V. S., Morozova V. P., Lukiyanchuk I. V., Adigamova M. V., Tkachenko I. A., Ustinov A. Yu., Kharitonskii P. V., Frolov A. M. Struktury i magnitnyye svoystva zhelezosoderzhashchikh i kobal'tsoderzhashchikh oksidnykh pokrytiy na alyuminiyevom splave, obrazovannom v elektrolitakh s pomoshch'yu plazmennogo elektroliticheskogo okisleniya [Structures and magnetic properties of iron- and cobalt-containing oxide coatings on an aluminum alloy formed in electrolytes via plasma electrolytic oxidation], Rossiyskiy fiziko-khimicheskiy zhurnal [Russian Journal of Physical Chemistry A], 88 (5), 863-869 (2014).
- 13 Bepalova Zh. I., Panenko I. N., Dubovkov V. V. Osazhdeniye i issledovaniye kompozitsionnykh pokrytiy s kislorodsoderzhashchimi soyedineniyami margantsa na poverkhnosti alyuminiyevogo splava D16 [Deposition and Study of Composite Coatings with Oxygen-containing Manganese Compounds on the Surface of D16 Aluminum Alloy], Rossiyskiy zhurnal prikladnoy khimii [Russian Journal of Applied Chemistry], 91 (1), 1-8 (2018).
- 14 Mamaev A. I., Mamaeva V. A., Kolenchin N. F., Chubenko A. K., Kovalskaya Ya. B., Dolgova Yu. N., Beletskaya E. Yu. Zakonomernosti rosta i zapolneniya nitevidnykh kanalov v nemetallicheskiykh neorganicheskiykh pokrytiyakh pri anodnom okislenii metallov klapanov. Matematicheskoye modelirovaniye [Growth and Filling Regularities of

- Filamentary Channels in Non-Metallic Inorganic Coatings Under Anodic Oxidation of Valve Metals. Mathematical Modeling], Rossiyskiy fizicheskiy zhurnal [Russian Physics Journal], 58 (8), 1049-1057 (2015).
- 15 Mamaev A. I., Mamaeva V. A., Beletskaya E. Yu. Izucheniye zakonornostey lokalizatsii vysokoenergeticheskogo potoka v mikro- i nanosloyakh na granitse razdela tverdykh i zhidkikh sred [Studying the Regularities of High-Energy Flow Localization in Micro- and Nano-Layers at the Interface of Solid and Liquid Media], Rossiyskiy fizicheskiy zhurnal [Russian Physics Journal], 60 (4), 600-608 (2017).
- 16 Mamaev A. I., Mamaeva V. A., Kolenchin N. F., Chubenko A. K., Kovalskaya Ya. B., Konstantinova T. A., Dolgova Yu. N., Beletskaya E. Yu. Osobennosti formirovaniya nitevidnykh kanalov pri formirovanii nanostrukturirovannykh nemetallicheskiikh neorganicheskiikh pokrytiy v mikroplazmennom gal'vanostatsicheskom rezhime v rastvorakh [Regularities of Filamentary Channels Formation During Formation of Nanostructured Non-Metallic Inorganic Coatings in Microplasma Galvanostatic Mode in Solutions], Rossiyskiy fizicheskiy zhurnal [Russian Physics Journal], 58 (12), 1720-1725 (2016).
- 17 Mamaev A. I., Mamaeva V. A., Kolenchin N. F., Chubenko A. K., Kovalskaya Ya. B., Dolgova Yu. N., Beletskaya E. Yu. Osobennosti rosta i zapolneniya nitevidnykh kanalov v nemetallicheskiikh neorganicheskiikh pokrytiyakh pri anodnom okislenii metallov klapanov. Matematicheskoye modelirovaniye [Growth and Filling Regularities of Filamentary Channels in Non-Metallic Inorganic Coatings Under Anodic Oxidation of Valve Metals. Mathematical Modeling], Rossiyskiy fizicheskiy zhurnal [Russian Physics Journal], 58 (8), 1049-1057 (2015).

Сведения об авторах:

Рамазанова Ж.М. – кандидат химических наук, АО «Национальный центр космических исследований и технологий» (филиал), ул. Кажымукана, 11, Нур-Султан, Казахстан.

Мустафа Л.М. – старший научный сотрудник, докторант, АО «Национальный центр космических исследований и технологий», ул. Шевченко, 15, Алматы, Казахстан.

Ергалиев Д.С. – кандидат технических наук, профессор кафедры "Космическая техника и технологии", Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 11, Нур-Султан, Казахстан.

Жакупова А.Е. – кандидат технических наук, доцент кафедры "Космическая техника и технологии", Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 11, Нур-Султан, Казахстан.

Бейсембаева Б.С. – магистрант Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, ул. Кажымукана, 11, Нур-Султан, Казахстан.

Ramazanova Z.M. – PhD in Chemistry, Joint-Stock Company «National Center of Space Research and Technology» (filial), Kazhymukan st. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Mustafa L.M. – senior researcher, doctoral student, Joint-Stock Company «National Center of Space Research and Technology», Shevchenko st. 15, Almaty, Kazakhstan.

Ergaleev D.S. – PhD in technical, Professor of the Department of Space Engineering and Technology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan st. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Zhakupova A.E. – candidate of technical Sciences, associate Professor of Space Engineering and Ttechnology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan st. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Beisembayeva B.S. – master student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazhymukan st. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 16.05.2019

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы» журналында мақала жариялау ережесі

1. Журнал мақсаты. Техника және технологияның барлық бағыттағы (есептеу техникасы, құрылыс, сәулет, геотехника, геосинтетика, көлік, машинақұрастыру, энергетика, сертификаттау және стандарттау) салаларының теориялық және эксперименталды зерттеулері бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған бір дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Нұр-Сұлтан қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 408 кабинет) және *vest_techsci@enu.kz* электрондық поштасына Word, Tex, PDF форматтарындағы нұсқаларын жіберуі қажет. Мақала мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Сонымен қатар, мақаламен бірге редакцияға авторлар ілеспе хат тапсырады. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысында басуға келісін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісін 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).

5. Мақаланың құрылымы

ҒТАМРК <http://grmi.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

Аннотация (100-200 сөз; формуласыз, 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.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген 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.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдібиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдібиеттер тізіміне сілтемелердің номерленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізілді: мәтінде кездескен әдібиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі.

Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттері де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдібиеттер тізімін, әдібиеттер тізімінің ағылшынша эзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдібиеттер тізімінен кейін **библиографиялық мәліметтер** орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, телефон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өңдеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. 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.

8. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 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: 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"

Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Technical Science and Technology series"

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works devoted to scientific issues in all areas of engineering and technology: construction, architecture, geotechnics, geosynthesis, transport, engineering, energy, certification and standardization, computer technology.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408) and by e-mail *vest_techsci@enu.kz* in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, Word-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained. And authors 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

IRSTI <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 formula, 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.

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.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed.

Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

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).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. **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.

8. **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 Центр Кредит"

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: IRYUKZKA

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.

Для сотрудников ЕНУ - 4500 тенге, для сторонних организаций - 5500 тенге

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия Технические науки и технологии»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ в области техники и технологий: строительство, архитектура, геотехника, геосинтетика, транспорт, машиностроение, энергетика, сертификация и стандартизация, вычислительная техника.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 408) и по e-mail vest_techsci@enu.kz в формате Tex, PDF и Word. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, Word-файлом, PDF-файлом и твердой копией. Также автору(ам) необходимо предоставить сопроводительное письмо в редакцию журнала.

Язык публикации: 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 Фамилию 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 формулы, не должна повторять по содержанию 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, рисунки необходимо располагать после упоминания. Каждой иллюстрации должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

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.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нецензурируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы на английском языке см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, 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).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. 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.

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

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: IRYUKZKA

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. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: axaulezh@mail.ru, ntmath10@mail.ru, adilzhan_71@mail.ru)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Аннотация: В рамках компьютерного (вычислительного) перечника полностью решена задача приближенного дифференцирования функций, принадлежащих классам Соболева по неточной информации, полученной от произвольного конечного множества тригонометрических коэффициентов Фурье-Лебега дифференцируемой функции... [100-200 слов].

Ключевые слова приближенное дифференцирование, восстановление по неточной информации, предельная погрешность, компьютерный (вычислительный) перечник. [6-8 слов/словосочетаний].

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

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

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 2 – Название таблицы

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



Рисунок 11 – Название рисунка

3. Ссылки и библиография

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

Для руководства по \LaTeX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете \LaTeX . Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуцкий 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., Абикинова 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 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. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

² Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебег 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.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

² 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 chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom 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 funkcionov s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionov i ih primenenija k poperechnikovyh zadacham [About the norms of the derivatives of functionals 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 funkcionov" [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. Angioprotekornaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Kyrov V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vložhenija simplekticheskoj geometrii [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, Нур-Султан, Казахстан.

Темиргалиев Н. - директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, 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., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Nur-Sultan, 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: Г.Т. Мерзадинова

Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы.
-2019. -3(128).- Нұр-Сұлтан: ЕҰУ.
Шартты б.т. - 10,125. Таралымы - 30 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Нұр-Сұлтан.,
Сәтпаев 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