

<https://doi.org/10.32523/2616-6771>

ISSN 2616-6771
ISSN 2617-9962



Л.Н.Гумилев атындағы
Еуразия ұлттық университетінің
ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN
of L.N.Gumilyov Eurasian
National University

№3 (128)/2019

ВЕСТНИК
Евразийского национального
университета имени Л.Н.Гумилева

ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ
сериясы

CHEMISTRY. GEOGRAPHY. ECOLOGY
Series

Серия
ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ

bulchmed.enu.kz



ISSN 2616-6771
ISSN 2617-9962

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ сериясы

CHEMISTRY. GEOGRAPHY. ECOLOGY Series

Серия **ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ**

№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:

г.ғ.д., проф.

Джаналеева К.М. (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары

Бас редактордың орынбасары

Бас редактордың орынбасары

Тәшенов Ә.К., х.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Сапаров Қ.Т., г.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Бейсенова Р.Р., б.ғ.д проф. (Қазақстан)

Редакция алқасы

Айдарханова Г.С.

б.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Амерханова Ш.К.

х.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Байсалова Г.Ж.

PhD, доцент (Қазақстан)

Бакибаев А.А.

х.ғ.д., проф. (Ресей)

Барышников Г.Я.

г.ғ.д., проф. (Ресей)

Берденов Ж.Г.

PhD (Қазақстан)

Ян А. Вент

Хабилит. докторы, проф. (Польша)

Жакупова Ж.Е.

х.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Досмагамбетова С.С.

х.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Еркасов Р.Ш.

х.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Жамангара А.К.

б.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Иргебаева И.С.

х.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Хуторянский В.В.

PhD, проф. (Ұлыбритания)

Копишев Э.Е.

х.ғ.к., доцент м.а. (Қазақстан)

Уәли А.С.

х.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Масенов Қ.Б.

т.ғ.к., доцент (Қазақстан)

Мустафин Р.И.

PhD, доцент (Ресей)

Озгелдинова Ж.

PhD (Қазақстан)

Рахмадиева С.Б.

х.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Саипов А.А.

п.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Саспугаева Г.Е.

PhD (Қазақстан)

Шапекова Н.Л.

м.ғ.д., проф. (Қазақстан)

Шатрук М.

PhD, проф. (АҚШ)

Эмин А.

PhD, проф. (Түркия)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан, Сәтбаев к-сі, 2,

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 б.

Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: vest_chem@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы

Меншіктенуші: ҚР БҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж. №16997-Ж тіркеу куәлігімен 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://bulchmed.enu.kz>

© Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

Editor-in-Chief

Doctor of Geographic Sciences, Prof.
Dzhanaleyeva K.M. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Tashenov A.K., Doctor of Chemical Sciences,
Prof. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Saparov K.T., Doctor of Geographic Sciences, Prof.
(Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief

Beysenova R.R., Doctor of Biological Sciences,
Prof. (Kazakhstan)

Editorial board

Aydarkhanova G.S.	Doctor of Biological Sciences, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Amerkhanova Sh. K.	Doctor Chemical Sciences, Prof.(Kazakhstan)
Baysalova G.Zh.	PhD, Assoc.Prof. (Kazakhstan)
Bakibayev A.A.	Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Russia)
Baryshnikov G.Ya.	Doctor of Geographic Sciences, Prof. (Russia)
Berdenov Zh.G.	PhD (Kazakhstan)
Jan A. Wendt	Dr.habil., Prof.(Poland)
Dzhakupova Zh.E.	Can. of Chemical Sciences, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Dosmagambetova S.S.	Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Erkassov R.Sh.	Doctor of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Zhamangara A.K.	Can. of Biological Sciences, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Irgibayeva I.S.	Doctor Chemical Sciences, Prof.(Kazakhstan)
Khutoryanskiy V.V.	PhD, Prof. (Great Britain)
Kopishev E.E.	Can. of Chemical Sciences, acting ass.prof.(Kazakhstan)
Uali A.S.	Can. of Chemical Sciences, Assoc. Prof.(Kazakhstan)
Massenov K.B.	Can. of Technical Sciences, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Mustafin R.I.	PhD, Assoc.Prof.(Russia)
Ozgeldinova Zh.	PhD (Kazakhstan)
Rakhmadiyeva S.B.	Doctor. of Chemical Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Saipov A.A.	Doctor of Pedagogical Sciences, Prof.(Kazakhstan)
Saspugayeva G. E.	PhD, Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Shapekova N.L.	Doctor of Medical Sciences, Prof. (Kazakhstan)
Shatruk M.	PhD, Prof. (USA)
Emin A.	PhD, Prof. (Turkey)

Editorial address: 2, Satpayev str., of. 402, L.N. Gumilyov Eurasian National University,
Nur-Sultan, Kazakhstan, 010008

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

Responsible secretary, computer layout: A. Nurbolat

Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Chemistry. Geography. Ecology 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 №16997-ж from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

Address of Printing Office: 13/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

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

Главный редактор
д.г.н., проф.
Джаналеева К.М. (Казахстан)

Зам. главного редактора
Зам. главного редактора
Зам. главного редактора

Ташенов А.К., д.х.н, проф.(Казахстан)
Сапаров Қ.Т., д.г.н., проф. (Казахстан)
Бейсенова Р.Р., д.б.н., проф. (Казахстан)

Редакционная коллегия

Айдарханова Г.С.	д.б.н., доцент (Казахстан)
Амерханова Ш.К.	д.х.н., проф (Казахстан)
Байсалова Г.Ж.	PhD, доцент (Казахстан)
Бакибаев А.А.	д.х.н., проф. (Россия)
Барышников Г.Я.	д.г.н., проф. (Россия)
Берденов Ж.Г.	PhD (Казахстан)
Ян А.Вент	Хабилит. доктор (Польша)
Джакупова Ж.Е.	к.х.н., доцент (Казахстан)
Досмагамбетова С.С.	д.х.н., проф. (Казахстан)
Еркасов Р.Ш.	д.х.н., проф. (Казахстан)
Жамангара А.К.	к.б.н., доцент (Казахстан)
Иргибаева И.С.	д.х.н., проф., доцент (Казахстан)
Хуторянский В.В.	PhD, проф. (Великобритания)
Копишев Э.Е.	к.х.н., и.о. доцент (Казахстан)
Уали А.С.	к.х.н., доцент (Казахстан)
Масенов К.Б.	к.т.н., доцент (Казахстан)
Мустафин Р.И.	PhD, доцент (Ресей)
Озгелдинова Ж.	PhD (Казахстан)
Рахмадиева С.Б.	д.х.н., проф. (Казахстан)
Саипов А.А.	д.п.н., проф. (Казахстан)
Саспугаева Г.Е.	PhD, доцент (Казахстан)
Шапекова Н.Л.	д.м.н., проф. (Казахстан)
Шатрук М.	PhD, проф. (США)
Эмин А.	PhD, проф.(Түркия)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 402
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: vest_chem@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия: Химия. География. Экология.

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 №16997-ж от 27.03.2018г. Тираж: 25 экземпляров

Адрес типографии: 010008, Казахстан, Нур-Султан, ул. Кажимукана, 13/1.

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева. Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428).
Сайт: <http://bulchmed.enu.kz>

**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ СЕРИЯСЫ**

№3(128)/2019

ХИМИЯ

<i>Айбульдинов Е.К., Коллек А., Искакова Ж.Б., Абдиев К.М.</i> Төрт компонентті құрылыс материалдарының құрылымын қалыптастыру	8
<i>Баешов А.Б., Изтлеуов Г.М., Абдуова А., Қошқарбаева Ш.</i> Қиын балқитын қалдықтарды титан - графит жүйесінде еріту	16
<i>Баешов А.Б., Изтлеуов Г.М., Қошқарбаева Ш., Дайрабаева А.</i> Тұз қышқылы ерітіндісіндегі Молибденнің электрохимиялық қасиеті	21
<i>Жуматова Ж.Ж., Казьяхметова Д.Т.</i> Өсімдік шикізат (май қоға <i>Turpha latifolia</i>) негізінде алынған сорбенттердің физикалық-химиялық және сорбциялық сипаттамаларын зерттеу	27
<i>Еркасов Р.Ш., Күсепова Л.А., Байсалова Г.Ж., Масакбаева С.Р.</i> Никель нитраты – карбамид – азот қышқылы – су жүйесінің 25°С тағы әрекеттесуі	33
<i>Капарова Б.Т., Иткис Д.М., Ташенов А.К., Напольский Ф.С., Омарова Н.М., Зеленяк Т.Ю</i> Поливинилиденфторид литий - ионды аккумуляторлар үшін өткізгіш қоспа көзі	43
<i>Мейрамқұлова К.С., Джакүпова Ж.Е., Ташенов Е.О.</i> Алюминийграфит электродтар арқылы күс фабрикасындағы ағын суларды электрокоагуляциялық әдісімен тазарту	51
<i>Мукажанова Ж.Б., Каддысалым К., Ныкмуқанова М.М.</i> <i>Verbascum Orientale</i> (шығыс аюқұлағы) флавоноидтарын химиялық зерттеу	58
<i>Турсынова А.К., Карилхан А., Акбергел А.</i> Кейбір монотерпендер және олардың туындыларының биологиялық белсенділігі	64
<i>Пономаренко О.В., Паньшин С.Ю., Бакибаев А.А., Ташенов А.К.</i> Бициклды бисмочевиналар эфирін синтездеу және идентификациялау	70
<i>Ниязбекова А.Б., Шакиров Т.А.</i> Бейорганикалық циклофосфатты композициялардың ингибирлеу қабілетін зерттеу	76
<i>Нуртазина Н.Д., Сейлханова Г.А., Акбаева Д.Н., Иманғалиева А.Н., Рахым А.Б.</i> Бентонит сазы және полиэтиленгликоль негізіндегі композициялық материалдың сорбциялық және каталитикалық қасиеттері	82
<i>Сергазина С.М., Алпысова А.Р., Пятов Е.А., Хамитова А.С., Фахрудинова И.Б., Жаксыбаева А.Г.</i> Табиғи судағы темір-органикалық кешендердің пайда болуына қызыл жарықтың әсері	94
<i>Сүлейменов И.Ә., Копишев Ә.Е., Витулева Е.С., Молдахан И., Мун Г.А.</i> Қарама-қарсы зарядталған полиэлектролитті гидрогельдер негізіндегі нейронды желінің теориясы	101
<i>Шоманова Ж.К., Сафаров Р.З., Носенко Ю.Г., Жунусова К.З.</i> Ферроқорытпа өндірісінің қалдықтарынан алынған катализатордың физика-химиялық сипаттамасы мен белсенділігі	110

ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ

<i>Нурушев М.Ж., Акбаева Л.Х., Жумабаева С.Д., Жантоқов Б.Ж.</i> Инновациялық технологиялар негізінде экологиялық таза сүт өнімін өндіру мүмкіндіктері	115
<i>Нурғалиева Д.А., Нургазина Г.М.</i> Өсімдік өсімін азоттың баяу және тұрақты бөлінуі арқылы жақсарту үшін экологиялық нанотыңайтқыштар алу	121
<i>Вендт Ян</i> 2009-2018 жылдар кезеңінде Польшадан шетелге шыққан туристердің географиялық әртүрлігі мен өзгеруі	125
<i>Галай Е., Эмин А.</i> Буланған газдардың беларусь ашық ауасына енуінің антропогендік көздері	135

BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY. CHEMISTRY.
GEOGRAPHY. ECOLOGY SERIES

№3(128)/2019

CONTENTS

CHEMISTRY

<i>Aibuldinov E.K., Kolpek A., Iskakova Zh.B., Abdiyev K.M.</i> Forming the structure of building materials from four components	8
<i>Baeshov A.B., Iztleuov G.M., Abduova A., Koshkarbayeva Sh.</i> Dissolution of waste of metal in titan-graphite system	16
<i>Baeshov A.B., Iztleuov G.M., Koshkarbayeva Sh., Dayrabaeva A.</i> Electrochemical behavior molybdenum in hydrochloric acid solution	21
<i>Zhumatova Zh.Zh., Kaziyakhmetova D.T.</i> Research of the physicochemical and sorption characteristics of sorbents received from plant raw materials (<i>Typha latifolia</i>)	27
<i>Erkassov R.Sh., Kussepova L.A., Baisalova G.Z., Massakbayeva S.R.</i> Interaction in the Nickel Nitrate – Carbamide – Nitric Acid – System at 25°C	33
<i>Kaparova B.T., Itkis D.M., Tashenov A.K., Napolskiy F.S., Omarova N.M., Zelenyak T.Yu.</i> Polyvinylidene fluoride as one of the sources of conductive additive for lithium-ion batteries	43
<i>Meiramkulova K.S., Dzhakupova Zh.Ye., Tashenov Ye.O.</i> Removal efficiency of poultry slaughterhouse waste-water by electrocoagulation method using an aluminum and graphite electrodes	51
<i>Mukazhanova Zh., Kabdysalym K., Nykmukanova M.</i> Chemical investigation of flavonoids <i>Verbascum Orientale</i>	58
<i>Tursynova A.K., Karilkhan A., Akbergen A.</i> Study of biological activity of some monoterpenes and their derivatives	64
<i>Ponomarenko O.V., Panshina S.Yu., Bakibaev A.A., Tashenov A.K.</i> Synthesis and identification of bicyclic bisurea esters	70
<i>Niyazbekova A .B., Shakirov T.A.</i> The study of the inhibitory ability of inorganic cyclophosphate compositions	76
<i>Nurtazina G.A. Seilkhanova D.N., Akbayeva A.N., Imangaliyeva ., Rakhym A.B.</i> Sorption and catalytic properties of a composite material based on bentonite clay and polyethylene glycol	82
<i>Sergazina S.M., Alpisova A.R., Piatov E.A., Hamitova A.S., Fahrudinova I.B., Zhaxybayeva A.G.</i> The effects of red light on the formation of iron-organic complexes in natural water	94
<i>Suleimenov I.E., Kopishev E.E., Vituleva E.S., Moldahan I., Mun G.A.</i> Theory of neural network based on oppositely charged polyelectrolyte hydrogels	101
<i>Shomanova Zh.K., Safarov R.Z., Nosenko Yu.G., Zhunussova K.Z.</i> Physical and chemical characteristics of the catalyst based on ferroalloy production waste	110

GEOGRAPHY. ECOLOGY

<i>M.Zh. Nurushev, L.Kh. Akbaeva, S.D. Zhumabaeva, B.Zhantokov</i> The possibilities of producing ecologically pure mare's milk products near cities based on innovative technology	115
<i>Nurgalieva D.A., Nurgazina G.M.</i> Getting ecologic nano-fertilizer to Enhance the Plant Growth through Slow and Sustained Release of Nitrogen	121
<i>Jan A. Wendt</i> Geographical diversity and changes in foreign trips from Poland in 2009-2018	125
<i>Galai E., Emin A.</i> Anthropogenic sources of greenhouse gas entry in the open air of belarus	135

**ВЕСТНИК ЕВРАЗИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИМЕНИ Л.Н.ГУМИЛЕВА. СЕРИЯ ХИМИЯ. ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ**

№3(128)/2019

ХИМИЯ

<i>Айбульдинов Е.К., Колтек А., Искакова Ж.Б., Абдиев К.М.</i> Формирование структуры строительных материалов из четырёх компонентов	8
<i>Башов А.Б., Изтлеуов Г.М., Абдуова А., Кошкарбаева Ш.</i> Растворение отходов тугоплавких металлов в системе титан-графит	16
<i>Башов А.Б., Изтлеуов Г.М., Кошкарбаева Ш., Дайрабаева А.</i> Электрохимическое поведение молибдена в солянокислом растворе	21
<i>Жуматова Ж.Ж., Казьяхметова Д.Т.</i> Исследование физико-химических и сорбционных характеристик сорбентов полученных на основе растительного сырья (рогоза широколистного <i>Typha latifolia</i>)	27
<i>Еркасов Р.Ш., Кусенова Л.А., Байсалова Г.Ж., Масакбаева С.Р.</i> Взаимодействие в системе нитрат никеля – карбамид – азотная кислота - вода при 25 ⁰ С	33
<i>Капарова Б.Т., Иткис Д.М., Ташенов А.К., Напольский Ф.С., Омарова Н.М., Зеленяк Т.Ю.</i> Поливинилиденфторид как один из источников проводящей добавки для литий-ионных аккумуляторов	43
<i>Мейрамкулова К.С., Джакупова Ж.Е., Ташенов Е.О.</i> Электрокоагуляционная очистка сточных вод птицефабрики с применением электродов алюминий-графит	51
<i>Мукажанова Ж.Б., Кабдысалым К., Ныкмуканова М.М.</i> Химическое исследование флавоноидов <i>Verbascum orientale</i> (Коровяк восточный)	58
<i>Турсынова А.К., Карилхан А., Акберген А.</i> Изучение биологической активности некоторых монотерпенов и их производных	64
<i>Пономаренко О.В., Паньшин аС.Ю., Бакибаев А.А., Ташенов А.К.</i> Синтез и идентификация эфиров бициклических бисмочевин	70
<i>Ниязбекова А.Б., Шакиров Т.А.</i> Исследование ингибирующей способности неорганических циклофосфатных композиций	76
<i>Нуртазина Н.Д., Сейлханова Г.А., Акбаева Д.Н., Имангалиева А.Н., Рахым А.Б.</i> Сорбционные и каталитические свойства композиционного материала на основе бентонитовой глины и полиэтиленгликоля	82
<i>Сергазина С.М., Алпысова А.Р., Пятов Е.А., Хамитова А.С., Фахрудинова И.Б., Жаксыбаева А.Г.</i> Влияния красного света на образование железоорганических комплексов в природной воде	94
<i>Сулейменов И.Э., Копишев Э.Е., Витулера Е.С., Молдахан И., Мун Г.А.</i> Теория нейронной сети на основе противоположно заряженных полиэлектролитных гидрогелей	101
<i>Шоманова Ж.К., Сафаров Р.З., Носенко Ю.Г., Жунусова К.З.</i> Физико-химические характеристики и активность катализатора, полученного на основе отходов ферросплавного производства	110

ГЕОГРАФИЯ. ЭКОЛОГИЯ

<i>Нурушев М.Ж., Акбаева Л.Х., Жумабаева С.Д., Жантоков Б.Ж.</i> Возможности производства экологически чистого молочного продукта на основе инновационных технологий	115
<i>Нургалиева Д.А., Нургазина Г.М.</i> Получение экологических нано-удобрений для улучшения роста растений через медленное и устойчивое выделение азота	121
<i>Вендт Ян</i> Географическое разнообразие и изменение зарубежных выездов из Польши в период 2009-2018 годов	125
<i>Галай Е., Эмин А.</i> Антропогенные источники входа парниковых газов в открытый воздух Беларуси	135

МРНТИ 31.15.33.

Б.Т. Капарова¹, Д.М. Иткис², А.К. Ташенов¹, Ф.С. Напольский²,
Н.М. Омарова¹, Т.Ю. Зеленьяк²

¹ Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

² Государственный университет «Дубна», Дубна, Россия

(E-mail: balkenkaparova@mail.ru, daniil.itkis@gmail.com, tashenov_ak@enu.kz,
philipp.napolsky@gmail.com, omarova_nuriya@mail.ru, tatyana.zelenyak@bk.ru)

Поливинилиденфторид как один из источников проводящей добавки для литий-ионных аккумуляторов

Аннотация: Основными компонентами катодного покрытия для литий-ионных аккумуляторов являются активный материал, проводящая добавка и полимерсвязующее вещество. Полимерсвязующее вещество выполняет роль клеящего вещества, скрепляющего частицы активного материала и проводящей добавки, а также катодного покрытия и поверхности токового коллектора. Однако в силу химического строения, полимер может являться и источником углерода, служащего в качестве проводящей добавки. Для преобразования полимера в углерод необходима термическая обработка покрытия. В настоящей работе источником проводящей добавки для положительного электрода служит широко используемый в литий-ионных аккумуляторах поливинилиденфторид, так как он обладает такими прекрасными физическими свойствами, как термическая стабильность и износостойчивость. В результате отжига покрытия на основе фосфата железа лития и поливинилиденфторида при 460 °С образовался матрикс фосфат железа лития/углерод/поливинилиденфторид.

Ключевые слова: проводящая добавка, отжиг, поливинилиденфторид, полукристаллический полимер, переходные фазы, термогравиметрия.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6771-2019-128-3-43-50>

Введение. Проводящая добавка является одним из важных компонентов в составе электродного покрытия так как он способствует электронной проводимости активного материала, тем самым улучшая кинетические способности электрода. Широко используемыми проводящими добавками в литий-ионных аккумуляторах являются коммерческая углеродная сажа Timcal Super C45 (Gelon, Китай), углеродные нанотрубки (Ocsial, Россия) [1,2] и другие. Однако, некоторые авторы также практикуют получение углеродной проводящей добавки путем отжига покрытия с повышенным содержанием полимера. В качестве источника углерода в их работах были использованы полимеры полиакрилонитрил и поливинилпирролидон [3,4,5]. Поливинилиденфторид (ПВДФ) полимер, также широко используемый в литий-ионных аккумуляторах [6,7] в качестве полимерсвязующего вещества для получения катода, однако он не использовался прежде как источник проводящей добавки. Тем не менее, поливинилиденфторид кристаллический полиморфный, довольно термически стабильный и износостойчивый полимер, состоящий из повторяющихся мономерных единиц $(-\text{CH}_2\text{CF}_2-)_n$. Поливинилиденфторид состоит из не полярной α , ϵ и полярных β , γ , δ -фаз. Последние три фазы определяют его ферроэлектрические и пьезоэлектрические свойства. α -фаза ПВДФ под действием внешних факторов трансформируется в β -фазу. Электроактивные β , γ -фазы широко используются для изготовления сенсоров и накопителей энергии [8].

Цель данной работы выяснить применение поливинилиденфторида как источника углерода в катодном покрытии. Для достижения указанной цели были выполнены следующие **задачи**: 1) получение пленки из поливинилиденфторида методом электроформования; 2) изучение ее морфологических изменений в процессе отжига; 3) получение катодного покрытия на основе фосфата железа лития (LiFePO_4) и поливинилиденфторида методом электроформования; 4) отжиг катодного покрытия; 5) проведение ИК-спектроскопии электронапыленных полимерной пленки и отожжённого катодного покрытия.

Экспериментальная часть. Приготовление полимерного раствора (таблица 1):

Таблица 1- Полимерный раствор

Процентное содержание веществ, %	ПВДФ	N, N-Диметилформамид (ДМФА) /ацетон (7:3)
	10	90

Процесс приготовления полимерного раствора включает следующие этапы: 1) смешать ацетон и N, N-диметилформамид (ДМФА); 2) к полученному растворителю добавить постепенно ПВДФ, перемешивая на магнитной мешалке при 60 °С; 3) после визуального растворения полимера в растворителе оставить раствор перемешиваться на магнитной мешалке в течение 2 часов при 60 °С; 4) Через 2 часа полученный раствор распылить на алюминиевую фольгу.

Приготовление пасты на основе фосфата железа лития (LiFePO_4) и поливинилиденфторида (Таблица 2):

Таблица 2 - Состав пасты

Процентное содержание веществ, %	ПВДФ	LiFePO_4	ДМФА/ацетон (7:3)	Процесс
	93	7	5 мл	

приготовления пасты на основе фосфата железа лития (LiFePO_4) и поливинилиденфторида LiFePO_4 состоит из следующих этапов: 1) смешать ацетон и N,N-диметилформамид (ДМФА); 2) к полученному растворителю добавить постепенно ПВДФ, перемешивая на магнитной мешалке при 60 °С; 3) после визуального растворения полимера в растворителе оставить раствор перемешиваться на магнитной мешалке в течение 2 часов при 60 °С; 4) через 2 часа добавить постепенно LiFePO_4 . 5) оставить пасту перемешиваться на верхне-приводной мешалке более чем на 12 часов. 6) после перемешивания полученную пасту распылить на алюминиевую фольгу с углеродным покрытием.

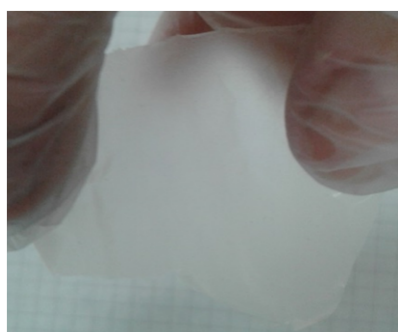
Параметры напыления полимерной пленки и пасты катодного материала: величина напряжения – 12-15 кВ, величина потока – 0,008 мл/мин, температура подложки – 30 °С, расстояние между электродами – 15 см. Процесс напыления проводили с помощью установки электростатического спреевого осаждения ESPRAYER ES-2000S2A.

Отжиг полимерной пленки и катодного покрытия проводится в трубчатой печи (Carbolite) в атмосфере аргона при температуре 150-460 °С со скоростью нагрева печи 5 °С/мин. последующее остывание производится в режим выключенной печи.

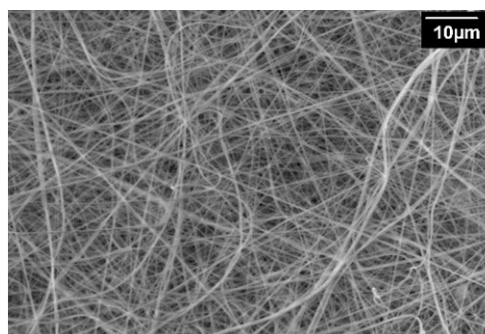
Анализ микроструктур образцов выполняется с помощью сканирующей электронной микроскопии (Carl Zeiss Supra 40-30-87).

ИК-спектроскопия образцов проводится с помощью инфракрасного спектрометра с Фурье-преобразованием (FTIR-8400S, IRPrestige-21, IRAffinity-1) для определения наличия определенных функциональных групп в адсорбентах в диапазоне волновых чисел 600-1400 cm^{-1} . Классическая процедура подгонки спектров FTIR была сделана для характеристики спектральных особенностей волокнистых материалов.

Результаты. Метод электроформования позволяет получить полимерную тонкую пленку из поливинилиденфторида (рисунок 1а). Пленка состоит из беспорядочно расположенных тонких волокон (рисунок 1б).



а



б

Рисунок 1 - а) Электронапыленная пленка из ПВДФ, б) Микроструктура пленки.

ИК-спектр пленки из ПВДФ, полученной методом электроформования имеет фазовые переходы от α до β , γ -фаз (Рисунок 2). Gan W.C. утверждает, что пики при длине волны 612, 766 cm^{-1} относятся к α -фазе, а пики при 840, 876 cm^{-1} – к β фазе [9]. Поглощение при длине волны 1071 cm^{-1} [10] и при 1401 cm^{-1} [11] относится к α -фазе, пик при длине волны 1234 cm^{-1} относится к γ -фазе [12]. β фаза характеризуется длиной волны 1275 cm^{-1} [13]. Далее следует рассмотреть структурную конформацию электронапыленной пленки, определенные пики характеризуют функциональные группы макромолекул $(-\text{CH}_2\text{CF}_2-)_n$: поглощение при длине волны 613 cm^{-1} относят к группе CF_2 , при 762 cm^{-1} - к $\text{C}_2\text{F}_2\text{-CH}$, при 840 cm^{-1} – к CH_2 , при 975 cm^{-1} – к CH_2 [14], при 1170 - 1284 cm^{-1} – к C-F [15].

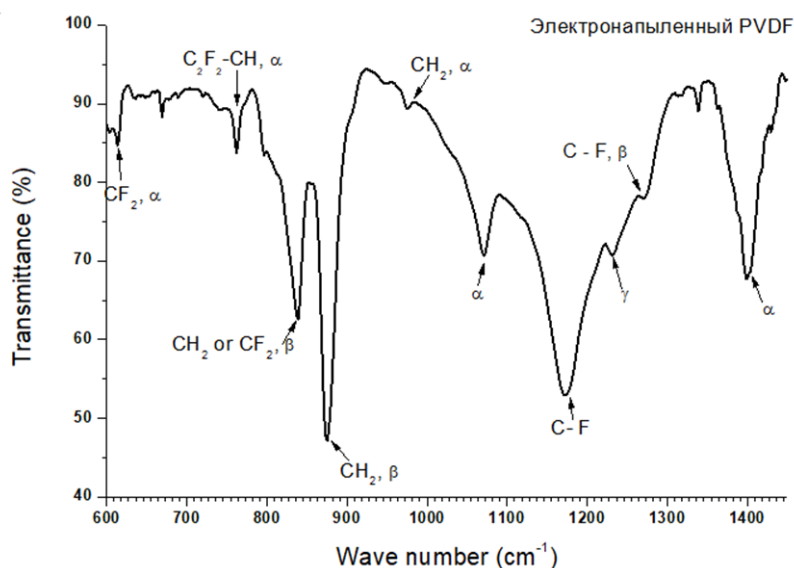


Рисунок 2 - ИК-спектр электронапыленной пленки ПВДФ

Таким образом, электронапыленная пленка из ПВДФ является полиморфной структурой, представленной α , β и γ -фазами.

Отжиг образцов был выполнен на основе термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) пленки из ПВДФ (рисунок 3).

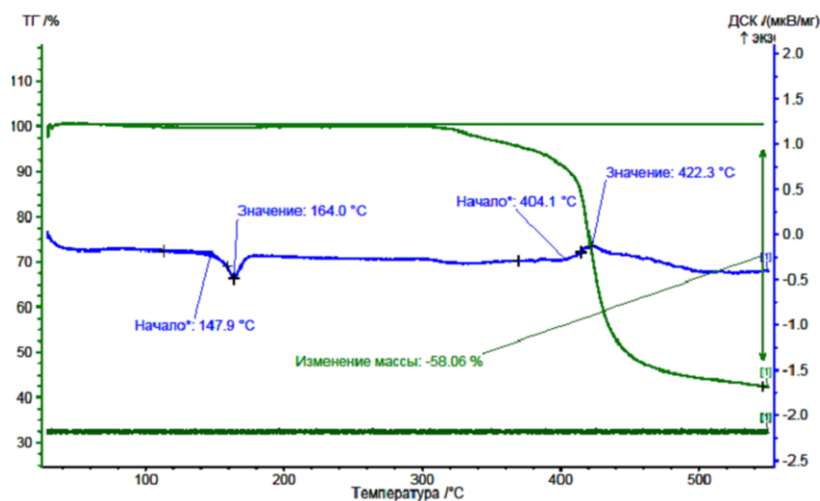


Рисунок 3 - ТГ и ДСК пленки ПВДФ

Из графика ТГ пленки ПВДФ видно, что разложение полимерной пленки начинается с 300 °С и завершается при температуре выше 500 °С. Период резкого спада массы полимера является 370 - 450 °С. ДСК анализ показывает, что в температурном диапазоне от 147 до 164 °С происходит эндотермический процесс с поглощением теплоты, т.е. химическая реакция

с поглощением энергии. Экзотермический пик от 404 до 422 °С свидетельствует о химической реакции с выбросом энергии.

На основе ТГ пленки ПВДФ был проведен отжиг электронапыленной пленки, начиная от 150 °С до 500 °С (рисунок 4, 5, 6, 7, 8). В результате отжига, полимерная цепь $(-\text{CH}_2\text{CF}_2-)_n$ разлагается на фтороводород (HF) и углерод (C): $[\text{CF}_2-\text{CH}_2]_n - 2\text{HF} + \text{C}_n$ [16].

Отжиг при низких температурах (150 и 230 °С) приводит к легкой деформации и пожелтению полимерной пленки (рисунок 4). При 150 °С полимер проходит процессы кристаллизации: увеличивается его плотность, жесткость, происходят и другие фазовые переходы [17].

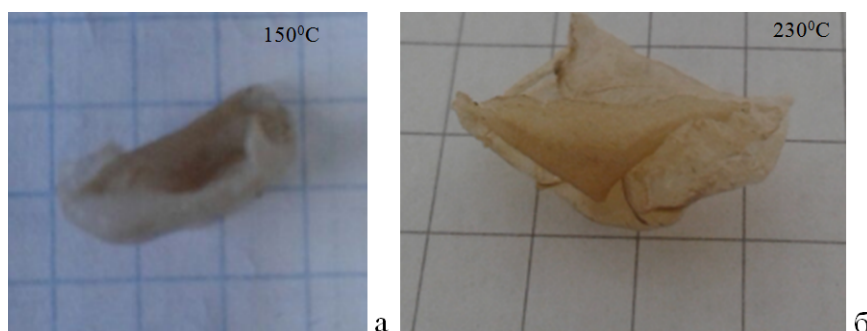


Рисунок 4 - Полимерная пленки после отжига: а) 150 °С и б) 230 °С.

Увеличение температуры на 70 °С приводит к обугливанию пленки (рисунок 5а) и основываясь на ТГ, с 300 °С начинается потеря массы пленки ПВДФ. Микрофотографии обугленного образца свидетельствуют, что происходят значительные деформации пленки. Обугленный полимер представляет собой аморфную структуру (рисунок 5б, в).

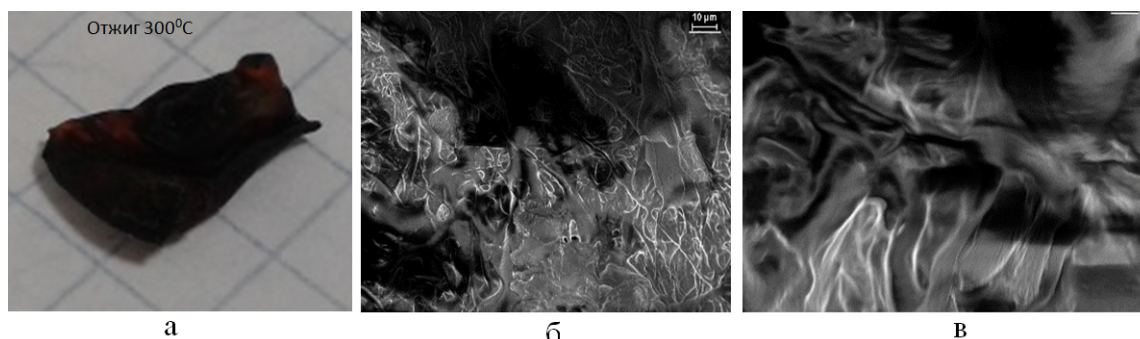


Рисунок 5 - а) Полимерная пленки после отжига 300 °С, б) Микрофотография этой пленки – 10 мкм, в) Микрофотография этой пленки – 1 мкм.

При 400 °С пленка чернеет, становится хрупкой и ломкой (рисунок 6а). Часть отожжённой пленки в виде частиц погружена в аморфную часть полимерной пленки (рисунок 6б, в). При 400 °С происходит активное разложение макромолекулы CF_2-CH_2 на HF и C и самая быстрая потеря массы полимера.

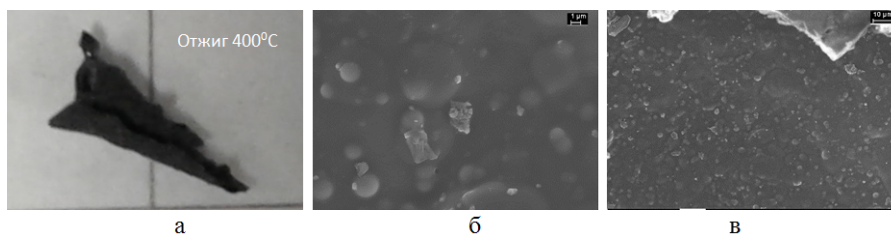


Рисунок 6 - а) Полимерная пленка при отжиге 400 °С; б) Микрофотография этой пленки – 10 мкм, в) Микрофотография этой пленки – 1 мкм

Отжиг при 490 °С разрушает связи между молекулами, пленка рассыпается на многие кусочки, происходит переход ПВДФ в углерод (рисунок 7).



Рисунок 7 - Полимерная пленка при отжиге 490 °С.

Для того чтобы изучить использование ПВДФ в качестве источника углерода было получено катодное покрытие на основе фосфата железа лития (LiFePO_4) и поливинилиденфторида методом электроформования (рисунок 8). Далее основываясь на данных ТГ пленки из ПВДФ произвели следующее: электронапыленное покрытие было отожжено при 460 °С в течении 15 минут для преобразования части полимера в углерод с одновременным сохранением адгезии катодного покрытия к токовому коллектору.

Поверхность неотожжённого катодного покрытия имеет волокнистую структуру (рисунок 8а). Микрофотография данного покрытия подтверждает волокнистую высокопористую структуру покрытия (рисунок 8б). Частицы активного материала покрывают полимерные нити, местами образуя крупные агломераты.

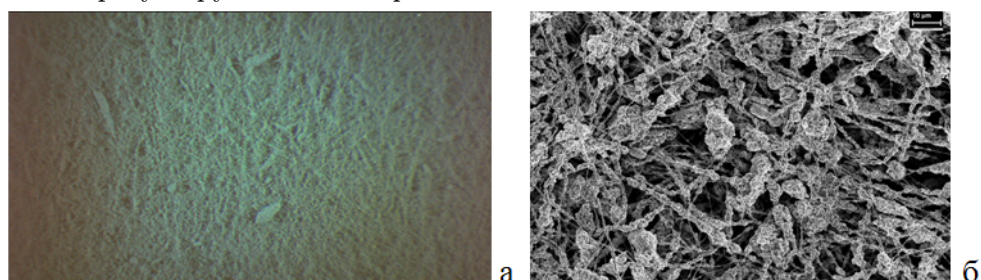


Рисунок 8 - а) Не отожженное катодное покрытие; б) Микрофотография данного покрытия.

Отжиг покрытия при 460 °С не разрушает его волокнистую структуру, поверхность сохраняет свою равномерную структуру (рисунок 9). ИК-спектр отожжённого покрытия свидетельствует о присутствии функциональных групп LiFePO_4 , ПВДФ и LiFePO_4 , покрытых слоем углерода (рисунок 9б).

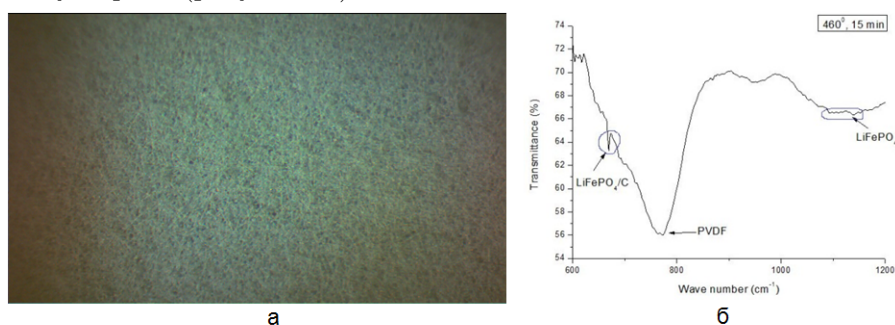


Рисунок 9 - а) Катодное покрытие после отжига 460 °С в течение 15 минут, б) ИК-спектр отожжённого катодного покрытия

Поглощение при длине волны от 600 до 700 cm^{-1} свидетельствует о присутствии углерода [18]. R. Saroha и др. утверждают, что пики при длине волн 1050 cm^{-1} и 700 cm^{-1} относятся к LiFePO_4 [19]. X. Cai и др. большой пик при длине волны 763 и 795 cm^{-1} относят к α -фазе ПВДФ [20].

Заклучение. Поливинилиденфторид также может являться источником углерода. Наиболее интенсивное преобразование полимерной цепи происходит в температурном диапазоне от 400 до 500 °С. Отжиг катодного покрытия полученного методом электрофермования, при 460 °С не разрушает его волокнистую структуру.

Список литературы

- 1 Spahr M. E., Goers D., Leone A., Salvatore Stallone, Grivei E. Development of carbon conductive additives for advanced lithium ion batteries // *Journal of Power Sources*. -2011.- Vol.196. – P. 3404–3413.
- 2 Yeo Y.L., Friend R.F. Electrospinning carbon nanotube polymer composite nanofibers // *Journal of Experimental Nanoscience*. - 2006.-Vol.1(2). - P. 177-209.
- 3 Kim Ch., Kang H.S., Jeon J.H., Son T.J. Electrochemical properties of nanostructured Li[Fe_{0.9}Mn_{0.1}]PO₄/C as a cathode material for lithium ion batteries prepared by electrospinning method // *Journal Electroceram.* – 2013. –Vol.31. –P. 204-209.
- 4 An H-G., Lee Y-D., Ahn J-H. Carbon-Encapsulated Hollow Porous Vanadium-Oxide Nanofibers for Improved Lithium Storage Properties // *Applied Materials and Interface* - 2016.- Vol. 8. -P. 19466-19474
- 5 Zhou H., Ding X., Liu G., Jiang Y., Yin Zh., Wang X. Preparation and Characterization of Ultralong Spinel Lithium Manganese Oxide Nanofiber Cathode via Electrospinning Method // *Electrochimica Acta.* – 2015. – Vol.152. -P. 274-279.
- 6 Abdelsayed M.I. Characterization of electrospayed poly(vinylidene fluoride)/CNT nanocomposite [Электрон. ресурс]. - 2005. URL: <https://scholarscompass.vcu.edu/etd/1443/> (дата обращения 15.04.2019)
- 7 Khajavi R., Abbasipour M. Piezoelectric PVDF Polymeric Films and Fibers: Polymorphisms, Measurements, and Applications [Электрон. ресурс]. -2016.- URL: <https://www.springerprofessional.de/en> (дата обращения 15.04.2019)
- 8 Ruan L., Yao X., Chang Y., Zhou L., Qin G., Zhang X. Properties and Applications of the β -Phase Poly(vinylidene fluoride) // *Polymers*. – 2018.- Vol. 10(3). – P. 228.
- 9 Gan W.C., Abd Majid W.H., Furukawa T. Ferroelectric polarization, pyroelectric activity and dielectric relaxation in Form IV poly(vinylidene fluoride) // *Polymer*. – 2016.- Vol. 82. – P. 156-165.
- 10 Mokhtari F., Shamshirsaz M., Latifi M. Investigation of β phase formation in piezoelectric response of electrospun polyvinylidene fluoride nanofibers: LiCl additive and increasing fibers tension // *Polymer Engineering & Science*. – 2016 –Vol. 56(1). - P. 61-70.
- 11 Janakiraman S., Surendran A., Ghosh S., Anandhan S., Venimadhav A. Electroactive poly(vinylidene fluoride) fluoride separator for sodium ion battery with high coulombic efficiency // *Solid State Ionics*. – 2016. – Vol. 292. -P. 130-135.
- 12 Jia N., Liu X.X.Q., Sun J., Xia G., Huang W., Song R. Enhanced electroactive and mechanical properties of poly(vinylidene fluoride) by controlling crystallization and interfacial interactions with low loading polydopamine coated BaTiO₃ // *Journal of Colloid and Interface Science*. -2015.-Vol. 453, -P.169-176.
- 13 Kobayashi M., Tashiro K., Tadokoro H. Molecular Vibrations of Three Crystal Forms of Poly(vinylidene fluoride) // *Macromolecules*. -1975.-Vol. 8 (2). -P. 158-171
- 14 Chanmal V.Ch., Jog P.J. Electrospun PVDF/BaTiO₃ nanocomposites: polymorphism and thermal emissivity studies // *International Journal of Plastics Technology*. -2011.- Vol. 15.
- 15 Baniyasi M., Xu Zh., Cai J., Daryadel S., Quevedo-Lopez M., Naraghi M., Minary-Jolandan M. Correlation of Annealing Temperature, Morphology, and Electro-Mechanical Properties of Electrospun Piezoelectric Nanofibers *Polymer* – 2017. -. Vol.127.- P.192-202.
- 16 Hirschler M.M. Effect of oxygen on the thermal decomposition of polyvinylidene fluoride // *Polymer* -1982.-Vol.18. - P. 463-467
- 17 Neidhofer M., Beaume F., Ibos L., Berne's A., Lacabann C. Structural evolution of PVDF during storage or annealing // *Polymer*. – 2004.- Vol.45. -P. 1679-1688.
- 18 Chen M-M., Ma Q-Q., Wang Ch-Y., Sun X., Wang L-Q., Zhang C. Amphiphilic carbonaceous material-intervened solvothermal synthesis of LiFePO₄ // *Journal of Power Sources*.- 2014.- Vol. 263. –P. 268-275.
- 19 Saroha R., Panwar A.K., Sharma Y., Tyagi P.K., Ghosh S. Development of surface functionalized ZnO-doped LiFePO₄/C composites as alternative cathode material for lithium ion batteries // *Applied Surface Science*. -2017.- Vol.394. –P. 25–36.
- 20 Cai X., Lei T., Sun D., Lin L. A critical analysis of the α , β and γ phases in poly(vinylidene fluoride) using FTIR // *Royal Society of Chemistry*. -2017.- Vol. 7 (25). -P. 15382-15389

Б.Т. Капарова¹, Д.М. Иткис², Ә.К. Ташенов¹, Ф.С. Напольский², Н. М. Омарова¹, Т.Ю Зеленьак²

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

² «Дубна» Мемлекеттік университеті, Дубна, Ресей

Поливинилиденфторид литий-ионды аккумуляторлар үшін өткізгіш қоспа көздерінің бірі ретінде

Аңдатпа: Литий-ионды аккумуляторлар үшін катодты жабынның негізгі компоненттері белсенді материал, өткізуші қоспа және полимерлік байланыстырушы зат болып табылады. Полимерлік байланыстырушы зат белсенді материал мен өткізгіш қоспалардың бөлшектерін бекітетін желімдеуші заттың рөлін, сондай-ақ ток коллекторының бетіне катодты жабуды орындайды. Алайда, химиялық құрылымға байланысты полимер өткізгіш қоспа ретінде қызмет ететін көміртегі кезі болуы мүмкін. Полимерді көміртекке түрлендіру үшін жабынды термиялық өңдеу қажет. Оң электрод үшін өткізгіш қоспа көздерінің осы жұмысында литий-ионды аккумуляторларда кеңінен қолданылатын поливинилиденфторид қызмет етті, өйткені ол термиялық тұрақтылық пен тозуға төзімді тамаша физикалық қасиеттерге ие. Темір фосфаты литий және поливинилиденфторид негізіндегі жабынды күйдіру нәтижесінде 460 °C кезінде темір фосфаты литий/көміртек/поливинилиденфторид түзілді.

Түйін сөздер: өткізгіш қоспа, күйдіру, поливинилиденфторид, жартылай кристалды полимер, өтпелі фазалар, термогравиметрия.

В.Т. Капарова¹, D.M. Itkis², A.K. Tashenov¹, F.S. Napolskiy², N. M. Omarova¹, T. Yu. Zelenyak²

¹ L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

² Dubna State University, Dubna, Russia

Polyvinylidene fluoride as one of the sources of conductive additive for lithium-ion batteries

Abstract: The main components of the cathode coating for lithium-ion batteries are the active material, the conductive additive and the polymer binder. The polymer binder acts as an adhesive that binds the particles of the active material and the conductive additive, as well as the cathode coating to the surface of the current collector. However, due to the chemical structure, the polymer can be a source of carbon, serving as a conductive additive. Heat treatment of the coating is necessary to convert the polymer into carbon. In the present work, the sources of the conductive additive for the positive electrode have been served by the polyvinylidene fluoride widely used in lithium-ion batteries, since it has excellent physical properties such as thermal stability and wear resistance. As a result of annealing of the coating based on lithium iron phosphate and polyvinylidene fluoride at 460 °C, a matrix of lithium iron phosphate/carbon/polyvinylidene fluoride was formed.

Keywords: conductive additive, annealing, polyvinylidene fluoride, semi-crystalline polymer, transition phases, thermogravimetry.

References

- 1 Spahr M. E., Goers D., Leone A., Salvatore Stallone, Grivei E. Development of carbon conductive additives for advanced lithium ion batteries, *Journal of Power Sources*, 196, 3404–3413(2011)
- 2 Yeo Y.L., Friend R.F. Electrospinning carbon nanotube polymer composite nanofibers, *Journal of Experimental Nanoscience*. 1(2), 177–209(2006)
- 3 Kim Ch., Kang H.S., Jeon J.H., Son T.J. Electrochemical properties of nanostructured Li[Fe0.9Mn0.1]PO₄/C as a cathode material for lithium ion batteries prepared by electrospinning method, *Journal Electroceram*. 31, 204-209(2013)
- 4 An H-G., Lee Y-D., Ahn J-H. Carbon-Encapsulated Hollow Porous Vanadium-Oxide Nanofibers for Improved Lithium Storage Properties, *Applied Materials and Interface*, 8, 19466-19474(2016)
- 5 Zhou H., Ding X., Liu G., Jiang Y., Yin Zh., Wang X. Preparation and Characterization of Ultralong Spinel Lithium Manganese Oxide Nanofiber Cathode via Electrospinning Method, *Electrochimica Acta*, 152, 274–279(2015)
- 6 Abdelsayed M.I. Characterization of electrospayed poly(vinylidene fluoride)/CNT nanocomposite [Electronic resource]. Available at: <https://scholarscompass.vcu.edu/etd/1443/> (Accessed: 15.04.2019)
- 7 Khajavi R., Abbasipour M. Piezoelectric PVDF Polymeric Films and Fibers: Polymorphisms, Measurements, and Applications [Electronic resource]. Available at: <https://www.springerprofessional.de/en> (Accessed: 15.04.2019)
- 8 Ruan L., Yao X., Chang Y., Zhou L., Qin G., Zhang X. Properties and Applications of the β -Phase Poly(vinylidene fluoride), 10(3), 228(2018)
- 9 Gan W.C., Abd Majid W.H., Furukawa T. Ferroelectric polarization, pyroelectric activity and dielectric relaxation in Form IV poly(vinylidene fluoride), 82, 156-165(2016)
- 10 Mokhtari F., Shamshirsaz M., Latifi M. Investigation of β phase formation in piezoelectric response of electrospun polyvinylidene fluoride nanofibers: LiCl additive and increasing fibers tension, 56(1), 61-70(2016)
- 11 Janakiraman S., Surendran A., Ghosh S., Anandhan S., Venimadhav A. Electroactive poly(vinylidene fluoride) fluoride separator for sodium ion battery with high coulombic efficiency, *Solid State Ionics*, 292, 130-135(2016)
- 12 Jia N., Liu X.X.Q, Sun J., Xia G., Huang W., Song R. Enhanced electroactive and mechanical properties of poly(vinylidene fluoride) by controlling crystallization and interfacial interactions with low loading polydopamine coated BaTiO₃, *Journal of Colloid and Interface Science*, 453, 169-176(2015)
- 13 Kobayashi M., Tashiro K., Tadokoro H. Molecular Vibrations of Three Crystal Forms of Poly(vinylidene fluoride), *Macromolecules*, 8, 158–171(1975)

- 14 Chanmal V.Ch., Jog P.J. Electrospun PVDF/BaTiO₃ nanocomposites: polymorphism and thermal emissivity studies, International Journal of Plastics Technology, 15, (2011).
- 15 Baniyasi M., Xu Zh., Cai J., Daryadel S., Quevedo-Lopez M., Naraghi M., Minary-Jolandan M. Correlation of Annealing Temperature, Morphology, and Electro-Mechanical Properties of Electrospun Piezoelectric Nanofibers, 127, 192-202 (2017)
- 16 Hirschler M.M. Effect of oxygen on the thermal decomposition of polyvinylidene fluoride, 18, 463-467(1982)
- 17 Neidhofer M., Beaume F., Ibos L., Berne's A., Lacabann C. Structural evolution of PVDF during storage or annealing, 45, 1679-1688 (2004)
- 18 Chen M.M., Ma Q-Q, Wang Ch-Y., Sun X., Wang L-Q., Zhang C. Amphiphilic carbonaceous material-intervened solvothermal synthesis of LiFePO₄, Journal of Power Sources, 263 (2014)
- 19 Saroha R., Panwar A.K., Sharma Y., Tyagi P.K., Ghosh S. Development of surface functionalized ZnO-doped LiFePO₄/C composites as alternative cathode material for lithium ion batteries, Applied Surface Science. 394, 25-36(2017)
- 20 Cai X., Lei T., Sun D., Lin L. A critical analysis of the α , β and γ phases in poly(vinylidene fluoride) using FTIR, Royal Society of Chemistry, 7, 15382-15389(2017)

Сведения об авторах:

Капарова Б.Т. - докторант 3 курса специальности "Химия" ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан

Иткис Д.М. - кандидат химических наук, ассоциированный профессор Государственного университета «Дубна», ул. Университетская, 19, Дубна, Россия.

Ташенов А.К. - доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химии ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан

Напольский Ф.С. - заведующий лабораторией тонких пленок и функциональных материалов Государственного университета «Дубна», ул. Университетская, 19, Дубна, Россия.

Омарова Н.М. - кандидат биологических наук, доцент кафедры химии ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан

Зеленяк Т.Ю. - аспирант 4 курса специальности "Химия" Государственного университета «Дубна», ул. Университетская, 19, Дубна, Россия.

Капарова Б.Т. - 3-year PhD student of specialty chemistry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Satpayev, 2, Nur-sultan, Kazakhstan.

Itkis D.M. - Candidate of chemical sciences, Associate professor of Dubna State University, Str. Universitetskaya, 19, Dubna, Russia

Tashenov A.K. - Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of the Department of Chemistry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Satpayev, 2, Nur-sultan, Kazakhstan.

Napolskiy F.S. - Head of the laboratory of thin films and functional materials, Dubna State University, Str. Universitetskaya, 19, Dubna, Russia

Omarova N.M. - Candidate of biological sciences, Associate professor of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Str. Satpayev, 2, Nur-sultan, Kazakhstan.

Zelenyak T.Yu. - 4-year PhD student of specialty chemistry of Dubna State University, Str. Universitetskaya, 19, Dubna, Russia

Поступила в редакцию 25.09.2019

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы» журналына мақала жариялау ережесі

1. **Журнал мақсаты.** Химия, география, экология салалары бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған 1 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, 402 кабинет) және e-mail vest_chem@enu.kz электрондық поштасына Word, Tex, PDF форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақала мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады. Сонымен қатар, автор(лар) ілеспе хат ұсынуы керек.

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

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

5. **Мақаланың құрылымы**

ҒТАМРК <http://grnti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

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

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

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-іздістіру 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 әдебиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдебиеттер тізіміне сілтемелердің номерленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізіліде: мәтінде кездескен әдебиетке 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 (әдебиеттер тізімін, әдебиеттер тізімінің ағылшынша әзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдебиеттер 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, теелфон, 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: KСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

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

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Chemistry. Geography. Ecology Series"

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works in the fields of chemistry, geography, ecology.

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_chem@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 you also need to provide the cover letter of the author(s).

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

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

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

5. Structure of the article

GRNTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

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

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a 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).

Keywords (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 ЦентрКредит"

БИК банка: КСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

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

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

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

БИК Банка: HSBKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия: Химия. География. Экология»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ в области химии, географии, экологии.

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_chem@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.

Язык публикаций: Казахский, русский, английский.

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

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

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и 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, 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/обсуждения, 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 статье 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: КСЖВКЗКХ

ИИК: KZ978562203105747338 (KZT)

Кнп 861

Кбе 16

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

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

АО "Bank RBK"

БИК Банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073 (KZT)

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

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

АО "Forte"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847 (KZT)

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

IRSTI 27.25.19

G.S. Mukiyanova¹, A.Zh. Akbassova¹, J. Maria Pozo², R.T. Omarov¹

¹ *L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

² *Estacion Experimental del Zaidon (CSIC), Granada, Spain*

(E-mail: gmukiyanova@gmail.com, a.j.alua@gmail.com, mjpozo@eez.csic.es, romarov@gmail.com)

Tbsv encoded capsid protein p41 triggers resistance in solanum lycopersicum

Abstract: Efficient infection of *Nicotiana benthamiana* plants with wild type Tomato bushy stunt virus (TBSV) is influenced by expression of protein P19, which is a potent RNAi suppressor. The capsid protein (CP) P41 is required for virion formation and facilitates long distance movement of the virus. Along with RNAi suppression, P19 protein is involved in the development of severe disease symptoms in *N. benthamiana* and elicitation of Hypersensitive Response (HR) in tobacco. Our results show that wild type TBSV infection of *Solanum lycopersicum* (cv. Money maker) triggers resistance to the virus. Despite detectable accumulation levels of P19 protein in leaf and root tissues, the infection was not accompanied with obvious disease symptoms. Contrastingly, inoculation with TBSV mutant, lacking capsid protein P41 demonstrated susceptibility to TBSV. Moreover, Chl-FI analysis of plants infected with virus exhibited significant changes in metabolism. Our data suggests that in response to CP expression tomato plants have evolved defense mechanisms to resist viral infection.

Key words: Tomato bushy stunt virus, capsid protein, virions, resistance, *Solanum lycopersicum*.

TEXT OF THE ARTICLE

- **The main text** of the article should be divided into clearly defined and numbered sections (subsections). Subsections must be numbered 1.1, 1.2, etc. Required sections of the article:

1.Introduction should supply the rational of the investigation and its relation to other works in the same scope.

2. Materials and methods should be detailed to enable the experiments to be repeated. Do not include extensive details, unless they present a substantially new modification.

3. Results section may be organized into subheadings. In this section, describe only the results of the experiments. Reserve extensive interpretation for the Discussion section. Avoid combining Results and Discussion sections.

4. Discussion should provide an interpretation of the results in relation to previously published works.

5. Conclusion The main conclusions of the study can be presented in a short section "Conclusions".

6.Author contributions should indicate the individual contribution of authors to the manuscript.

7.Acknowledgments should be brief and should precede the References.

8.Funding the source of any financial support received for the work being published must be indicated.

Ethics approval Manuscripts reporting animals and/or human studies must that relevant Ethics Committee or Institutional Review Board include provided or waived approval.

Tables

Tables must be placed next to the relevant text in the article. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes above the table body.

ТАБЛИЦА 1 – Title of table

Prime	Nonprime numbers
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14

Figures

Figures must be saved individually and separate to text. All figures must be numbered in the order in which they appear in the article (e.g. figure 1, figure 2). In multi-part figures, each part should be labeled (e.g. figure 1(a), figure 1(b)). Figures must be of sufficiently high resolution (minimum 600 dpi). It is preferable to prepare figures in black-and-white or grey color scale. Figures should be clear, clean, not scanned (PS, PDF, TIFF, GIF, JPEG, BMP, PCX).



Рисунок 1 – Title of figure

References

- 1 Alazem M., Lin N. Roles of plant hormones in the regulation of host-virus interactions // Mol Plant Pathol. - 2015. - V. 16, № 5. - P. 529-40. doi: ... (if available) - **Journal article**
- 2 Abimuldina ST, Sydykova GE, Orazbaeva LA Functioning and development of the infrastructure of sugar production // Innovation in the agricultural sector of Kazakhstan: Mater. Intern. Conf., Vienna, Austria, 2009. - Almaty, 2010. - P. 10-13 - **Proceedings of the conferences**
- 3 Kurmukov A.A. Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin. - Almaty: Bastau, 2007. - S. 3-5 - **newspaper articles**
- 4 Sokolovsky D.V. The theory of synthesis of self-aligning cam mechanisms of drives [Elektron.resurs]. - 2006. - URL: <http://bookchamber.kz/stst-2006.htm> (reference date: 12.03.2009) - **Internet sources**
- 5 Petushkova G.I. Costume Design: Textbook. for universities / G.I. Petushkova. - Moscow: Academy, 2004. - 416 p. - **the book**
- 6 Кусайнова А.А., Булгакова О.В., Берсимбаев Р.И. Роль miR125b в патогенезе рака легкого // Прикладные информационные аспекты медицины. - 2017. -Т. 20. -№4. -С. 86-92. - **Journal article**

Г.С. Мукиянова¹, А.Ж. Акбасова¹, М.Х. Позо², Р.Т. Омаров¹

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

² Испаниялық ұлттық зерттеу институты, Гранада, Испания

Solanum lycopersicum өсімдігінде резистенттілік жауаптың tomato bushy stunt virus (tbsv) вирусының р41 капсидтік ақуызымен белсендірілуі

Аннотация. Tomato bushy stunt virus (TBSV) вирусымен кодталатын Р19 ақуызы РНҚ интерференцияның қуатты супрессоры болып табылады және Nicotiana benthamiana өсімдіктерінің вируспен жұқтырылуында маңызды рөл атқарады. Р19 ақуызының экспрессиясы вируспен зақымдануы айқын көрініс береді де, өсімдіктің толық коллапсына әкеліп соқтырады. Сонымен қатар супрессорлық Р19 ақуызы Nicotiana tabacum өсімдігінде гиперсезімталдық реакциясын белсендіруге жауапты. Вирустың Р41 капсидтік ақуызы вирион құрылымын қалыптастырып, өсімдік бойымен таралауын қамтамасыз етеді. Алынған зерттеу нәтижелері TBSV вирусының жабайы типінің инфекциясы Solanum lycopersicum (Money maker сұрыбы) қызанақ өсімдігінде вирусқа қарсы төзімділік жауабын тудыратынын анықтады. Өсімдіктің тамыр және жапырақ ұлпасында Р19 ақуызының жинақталуына қарамастан вируспен зақымдалудың сыртқы көрінісі нашар байқалды. Алайда, Chlorophyll Fluorescence Imaging system (Chl-FI) сараптамасы вируспен зақымдалған өсімдіктерде жасушаішілік

метаболизмінің өзгеруін анықтады. Ал вирустың капсидтік ақуызы экспрессияланбайтын мутантпен инфекция тудырғанда, қызанақ өсімдіктері жоғары сезімталдық көрсетіп, жүйелік некрозға ұшырады. Зерттеу нәтижелері қызанақтың Money maker сұрыбында TBSV вирусына қарсы қорғаныс механизмдері вирустық капсидтік ақуыз P41-ді тану арқылы белсендірілетінін көрсетеді.

Түйін сөздер: Tomato bushy stunt virus (TBSV), вирус, капсидтік ақуыз, вирион, Solanum lycopersicum, резистенттілік, РНК-интерференция.

Г.С. Мукиянова¹, А.Ж. Акбасова¹, М.Х. Позо², Р.Т. Омаров¹

¹ *Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева*

² *Испанский национальный исследовательский центр, Гранада, Испания*

Капсидный белок p41 вируса tomato bushy stunt virus (tbsv) активизирует резистентность у растений вида solanum lycopersicum

Аннотация. Кодированный вирусом Tomato bushy stunt virus (TBSV), белок P19 является мощным супрессором РНК интерференции и играет важную роль при инфекции растений *Nicotiana benthamiana*, которая характеризуется ярко выраженными симптомами заболевания и системным коллапсом. Кроме того, белок P19 является элиситором гиперчувствительного ответа у *Nicotiana tabacum*. Капсидный белок вируса P41 формирует вирионы и способствует развитию системной инфекции. Полученные нами данные показали, что при инфекции диким типом TBSV у растений вида *Solanum lycopersicum* (сорт Money maker) активизируется резистентный ответ. Несмотря на системную аккумуляцию белка супрессора P19 в листьях и корнях, у растений не проявляются видимые симптомы заболевания. Однако анализ Chlorophyll Fluorescence Imaging system (Chl-FI) показал, что в инфицированных вирусом растениях происходят значительные изменения метаболизма. Более того, инфекция растений мутантом TBSV по капсидному белку приводит к системному некрозу гибели растений. Полученные данные указывают на то, что у томатов выработаны защитные механизмы в ответ на экспрессию капсидного белка P41 вируса TBSV.

Ключевые слова: Tomato bushy stunt virus (TBSV), капсидный белок, вирион, Solanum lycopersicum, резистентность, РНК-интерференция.

References

- 1 Alazem M., Lin N. Roles of plant hormones in the regulation of host-virus interactions, *Mol Plant Pathol*, **16**(5), 529-40(2015). doi: ... (if available) - **Journal article**
- 2 Abimuldina ST, Sydykova GE, Orazbaeva LA Functioning and development of the infrastructure of sugar production, Innovation in the agricultural sector of Kazakhstan: Mater. Intern. Conf., Vienna, Austria, 2009. Almaty, 2010. P. 10-13 - **Proceedings of the conferences**
- 3 Kurmukov A.A. Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin. Almaty. Newspaper "Bastau", 2007. P. 3-5 - **newspaper articles**
- 4 Sokolovsky D.V. The theory of synthesis of self-aligning cam mechanisms of drives [Elektron.resurs]. 2006. Available at: <http://bookchamber.kz/stst-2006.htm> (Accessed: 12.03.2009) - **Internet sources**
- 5 Petushkova G.I. Costume Design: Textbook. for universities (Academy, Moscow, 2004, 416 p.) - **the book**
- 6 Kusainova A., Bulgakova O., Bersimbaev R. Rol miR125b v patogeneze raka legkogo [Role of miR125b in the pathogenesis of lung cancer], *Prikladnyie informatsionnyie aspektyi mediciny [Applied information aspects of medicine]*, **20**(4), 86-92, (2017). [in Russian] - **Journal article**

Authors information:

Мукиянова Г.С.- PhD докторант, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Акбасова А.Ж.- аға оқытушы, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Позо М.Х.- ғылыми қызметкер, Испаниялық ұлттық зерттеу институты, Гранада, Испания.

Омаров Р.Т.- биотехнология және микробиология кафедрасының меңгерушісі, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Mukiyanova G.S.- PhD student, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
Akbassova A.Zh - Senior tutor, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.
Maria J. Pozo- Tenured scientist, Estacion Experimental del Zaidon (CSIC), Granada, Spain.
Omarov R.T.- Head od department, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Received 03.09.2019

Редакторы: К. М. Джаналеева

Шығарушы редактор, дизайн А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Химия. География. Экология сериясы.
№3(128)/2018 - Нұр-Сұлтан: ЕҰУ. 152-б.
Шартты б.т. - 7,12. Таралымы - 25 дана.
Мазмұнына типография жауап бермейді

Редакция мекен-жайы: 010008, Нұр-Сұлтан қ.,
Сәтпаев көшесі, 13.
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +(71-72) 70-95-42(ішкі:31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды