

ИЗДАНИЕ ИВАНОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
Серия

**ХИМИЯ  
И  
ХИМИЧЕСКАЯ  
ТЕХНОЛОГИЯ**

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ  
Основан в январе 1958 года. Выходит 12 раз в год.

RUSSIAN JOURNAL of  
**CHEMISTRY**  
and  
**CHEMICAL TECHNOLOGY**

Published by Ivanovo State University of Chemistry and Technology  
Monthly scientific journal  
Established in January 1958.

**Том (Volume) 60  
Вып. (Issue) 6**

**Иваново 2017**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Главный редактор О.И. Койфман  
Зам. гл. редактора В.В. Рыбкин  
Зам. гл. редактора А.П. Самарский  
Зав. редакцией А.С. Манукян

Бурмистров В.А. (ИГХТУ, Иваново, Россия)	Arena G. (University of Catania, Italy)
Бутман М.Ф. (ИГХТУ, Иваново, Россия)	Baranski A. (CUT, Cracov, Poland)
Гиричев Г.В. (ИГХТУ, Иваново, Россия)	Berthiaux H. (Mines Albi-Carmaux, Albi, France)
Егоров М.П. (ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва, Россия)	Bratychak M. (LPNU, Lviv, Ukraine)
Еременко И.Л. (ИОНХ им. Н.С. Курнакова, Москва, Россия)	Coluccia S. (University of Turin, Italy)
Исляйкин М.К. (ИГХТУ, Иваново, Россия)	Danagulyan G. (RAU, Yerevan, Armenia)
Макаров С.В. (ИГХТУ, Иваново, Россия)	Giancola C. (University of Naples Federico II, Naples, Italy)
Мизонов В.Е. (ИГЭУ, Иваново, Россия)	Kwan-Ho Kwon (KU, Sejong, Republic of Korea)
Мовсумзаде Э.М. (УГНТУ, Уфа, Россия)	Kessler V. (SLU, Uppsala, Sweden)
Новаков И.А. (ВолгГТУ, Волгоград, Россия)	Matyjaszewski K. (CMU, Pittsburgh, USA)
Новоторцев В.М. (ИОНХ им. Н.С. Курнакова, Москва, Россия)	Piekarski H. (University of Lodz, Poland)
Синяшин О.Г. (ИОФХ им. А.Е. Арбузова, Казань, Россия)	Samsonia Sh. (TSU, Tbilisi, Georgia)
Сырбу С.А. (ИГХТУ, Иваново, Россия)	Shermolovich Y. (IOCh, Kiev, Ukraine)
Шапошников Г.П. (ИГХТУ, Иваново, Россия)	Tsitsishvili V. (P. Melikishvili IPOC, Tbilisi, Georgia)
Шарнин В.А. (ИГХТУ, Иваново, Россия)	Haaland A. (UiO, Oslo, Norway)
	Oberhammer H. (University of Tuebingen, Germany)
	Xia Dongsheng (WTU, Wuhan, Hubei province, China)

Учредитель - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет»

Адрес редакции (издателя): 153000, г. Иваново, пр. Шереметевский, 7, тел. +7(4932)32-73-07,  
e-mail: ivkkt@isuct.ru, <http://journals.isuct.ru>

Англ. перевод: В.В. Рыбкин  
Компьютерная верстка: А.С. Манукян  
Технический редактор В.В. Тюнина

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства  
в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия  
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-24169 от 20 апреля 2006 г.

*Журнал включен в международные базы данных RSCI Web of Science, Chemical Abstracts и EBSCO Publishing (США), а также в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук»*

Журнал издается при содействии Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова

Подписано в печать 21.06.2017. Формат бумаги 60x84 1/8. Дата выхода в свет 30.06.2017.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 13,2. Усл. кр.-отт. 18,34. Учетно-изд. л. 15,12. Тираж 400 экз.  
Отпечатано с диапозитивов в АО «Ивановский издательский дом». 153000, г. Иваново, ул. Степанова, 5.

Подписка: ОАО Агентство «РОСПЕЧАТЬ» (подписной индекс 70381),  
ООО «Научная электронная библиотека» ([www.e-library.ru](http://www.e-library.ru)).  
Цена договорная

**INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD**

Editor-in-chief O.I. Koifman  
 Associate editor V.V. Rybkin  
 Associate editor A.P. Samarskiy  
 Managing editor A.S. Manukyan

Burmistrov V.A. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)  
 Butman M.F. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)  
 Girichev G.V. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)  
 Egorov M.P. (*N.D. Zelinsky Institute of Organic Chemistry RAS, Moscow, Russia*)  
 Eremenko I.L. (*Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry RAS, Moscow, Russia*)  
 Islyaiykin M.K. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)  
 Makarov S.V. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)  
 Mizonov V.E. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)  
 Movsumzade E.M. (*Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia*)  
 Novakov I.A. (*Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia*)  
 Novotortsev V.M. (*Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry RAS, Moscow, Russia*)  
 Shaposhnikov G.P. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)  
 Sharnin V.A. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)  
 Sinyashin O.G. (*A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry Kazan Scientific Centre RAS, Kazan, Russia*)  
 Syrbu S.A. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)

Arena G. (*University of Catania, Catania, Italy*)  
 Baranski A. (*Cracow University of Technology, Cracow, Poland*)  
 Berthiaux H. (*Mines Albi-Carmaux, Albi, France*)  
 Bratychak M. (*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*)  
 Coluccia S. (*University of Turin, Turin, Italy*)  
 Danagulyan G. (*Russian - Armenian University, Yerevan, Armenia*)  
 Giancola C. (*University of Naples Federico II, Naples, Italy*)  
 Kwan-Ho Kwon (*Korea University, Sejong, Republic of Korea*)  
 Kessler V. (*Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden*)  
 Matyjaszewski K. (*Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA*)  
 Piekarski H. (*University of Lodz, Poland*)  
 Samsonia Sh. (*I. Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia*)  
 Shermolovich Y. (*Institute of Organic Chemistry NAS of Ukraine, Kiev, Ukraine*)  
 Tsitsishvili V. (*P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry, Tbilisi, Georgia*)  
 Haaland A. (*University of Oslo, Oslo, Norway*)  
 Oberhammer H. (*University of Tuebingen, Germany*)  
 Xia Dongsheng (*Wuhan Textile University, Wuhan, Hubei province, China*)

Publisher: Ivanovo State University of Chemistry and Technology

Published 12 times per year

**Editorial office address:** Sheremetevskiy ave., 7, Ivanovo, 153000, Russia  
 Tel. +7(4932)32-73-07, e-mail: ivkkt@isuct.ru, <http://journals.isuct.ru>

Journal is registered by Federal Service on Supervision for Observance of the Laws in the Field of Mass Communications and Protection of Cultural Heritage. Certificate of registry - ПИ № ФС77-24169 from 20 of April 2006.

Journal is included in international database **RSCI Web of Science**, **Chemical Abstracts** (CAS) and **EBSCO Publishing** as well as in "List of leading reviewed scientific Journals and Editions publishing in Russian Federation in which the main scientific results of doctor and candidate dissertations must be published"

Journal is published at the assistance of A.M. Prokhorov Academy of Engineering Sciences

Full article versions are placed at [www.e-library.ru](http://www.e-library.ru)

Т 60 (6)	ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. Серия «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»	2017
V 60 (6)	IZVESTIYA VYSSHIKH UCHEBNYKH ZAVEDENIY KHIMIYA KHIMICHESKAYA TEKHOLOGIYA RUSSIAN JOURNAL OF CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY	2017

## СОДЕРЖАНИЕ

### ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

Сверхбыстрая электронная кристаллография и нанокристаллография: для химии, биологии и материаловедения. Часть II. Сверхбыстрая электронная нанокристаллография .....	4
<b>Шефер Л., Тарасов Ю.И., Шаронова Н.В., Ищенко А.А.</b>	
Синтез и свойства ароматических полиэфиров с кардовыми фрагментами .....	28
<b>Шахмурзова К.Т., Курданова Ж.И., Жанситов А.А., Байказиев А.Э., Хаширова С.Ю., Пахомов С.И., Лигидов М.Х.</b>	

### ХИМИЯ

(неорганическая, органическая, аналитическая, физическая,  
коллоидная и высокомолекулярных соединений)

Обоснование механизма некаталитического диспропорционирования пероксида водорода методом анализа термодинамики одноэлектронных окислительно-восстановительных реакций .....	40
<b>Чумаков А.А., Баталова В.Н., Слижов Ю.Г., Минакова Т.С.</b>	
Синтез бензофуран-5,6-дикарбонитрилов, аннелированных с пиразольным циклом .....	45
<b>Чиркова Ж.В., Филимонов С.И., Абрамов И.Г.</b>	
Влияние процессов переноса компонентов жидкого катода на процессы ионизации в разряде постоянного тока атмосферного давления в воздухе .....	52
<b>Куленцан А.Л., Шутов Д.А., Рыбкин В.В.</b>	
Электролитическая диссоциация сульфата натрия в водно-этанольных растворах .....	59
<b>Борисов И.М., Набиев А.А., Мухамедьянова А.А., Солиев Л., Тошов А.Ф., Мусоджонов Д.М.</b>	
Исследование комплексообразующих свойств 5,10,15,20-тетра(4-ОН-фенил) порфирина в ацетонитриле и диметилформамиде .....	65
<b>Плотникова А.О., Иванова Ю.Б., Мамардашвили Н.Ж.</b>	
Регенерация природных сорбентов, загрязненных нефтепродуктами, в плазме диэлектрического барьерного разряда .....	72
<b>Гусев Г.И., Гуцин А.А., Гриневич В.И., Ости А.А., Извекова Т.В., Квиткова Е.Ю.</b>	
Система $(LiF)_2 - (NaF)_2 - (NaCl)_2 - Na_3FSO_4$ .....	77
<b>Вердиев Н.Н., Омарова С.М., Алхасов А.Б., Магомедбеков У.Г., Гасангаджиева У.Г., Дворянчиков В.И.</b>	

### ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

(неорганических и органических веществ,  
теоретические основы)

Исследование процесса сорбции нефти и нефтепродуктов пенополимерными сорбентами на основе ударопрочного полистирола .....	83
<b>Кахраманов Н.Т., Кахраманлы Ю.Н., Курбанова Р.В., Гаджиева Р.С.</b>	

Особенности очистки углеродных нанотрубок от примесей после их синтеза .....	89
<i>Табулина Л.В., Русальская Т.Г., Шулицкий Б.Г., Шаман Ю.П., Комиссаров И.В., Кароза А.Г.</i>	
Каталитические свойства никеля в реакции жидкофазного гидрирования двойной связи «углерод-углерод» .....	95
<i>Афинеевский А.В., Прозоров Д.А., Осадчая Т.Ю., Сухачев Я.П., Лукин М.В.</i>	
Анализ структурных изменений целлюлозной составляющей в процессе элементаризации волокон льна ...	102
<i>Завадский А.Е., Стокозенко В.Г., Морыганов А.П., Ларин И.Ю.</i>	
Расчетно-экспериментальные исследования измельчения смеси разнопрочных компонентов .....	109
<i>Жуков В.П., Осипов Д.А., Otwinowski H., Urbaniak D.</i>	

T 60 (6)	ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. Серия «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»	2017
V 60 (6)	IZVESTIYA VYSSHIKH UCHEBNYKH ZAVEDENIY KHIMIYA KHIMICHESKAYA TEKHOLOGIYA RUSSIAN JOURNAL OF CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY	2017

## CONTENTS

### REVIEWS

Ultrafast electron crystallography and nanocrystallography: for chemistry, biology and materials science. Part II. Ultrafast electron nanocrystallography .....	4
<i>Schafer L., Tarasov Yu.I., Sharonova N.V., Ischenko A.A.</i>	
Synthesis and properties of aromatic polyesters with carded fragments .....	28
<i>Shakhmurzova K.T., Kurdanova Zh.I., Zhansitov A.A., Baiykaziev A.E., Khashirova S.Yu., Pakhomov S.I., Ligidov M.Kh.</i>	

### CHEMISTRY

(inorganic, organic, analytical, physical, colloid  
and high-molecular compounds)

Verification of non-catalytic hydrogen peroxide disproportionation mechanism by thermodynamic analysis of one-electron redox reactions.....	40
<i>Chumakov A.A., Batalova V.N., Slizhov Yu.G., Minakova T.S.</i>	
Synthesis of benzofuran-5,6-dicarbonitriles annelated with pyrazole cycle .....	45
<i>Chirkova Zh.V., Filimonov S.I., Abramov I.G.</i>	
Impact of transfer processes of liquid cathode components on physical-chemical parameters of atmospheric pressure DC discharge .....	52
<i>Kuletsan A.L., Shutov D.A., Rybkin V.V.</i>	
Electrolytic dissociation of sodium sulfate in aqueous ethanol solutions .....	59
<i>Borisov I.M., Nabiev A.A., Mukhamedyanova A.A., Soliev L., Toshov A.F., Musodzhonova Dzh.M.</i>	
Investigation of coordination properties of 5,10,15,20-tetra(4-OH-phenyl) porphyrin in acetonitrile and dimethylformamide .....	65
<i>Plotnikova A.O., Ivanova Yu.B., Mamardashvili N.Zh.</i>	
Regeneration of natural sorbents contaminated with oil products in dielectric barrier discharge plasma.....	72
<i>Gusev G.I., Gushchin A.A., Grinevich V.I., Osti A.A., Izvekova T.V., Kvirkova E.Yu.</i>	
System $(\text{LiF})_2 - (\text{NaF})_2 - (\text{NaCl})_2 - \text{Na}_3\text{FSO}_4$ .....	77
<i>Verdiev N.N., Omarova S.M., Alkhasov A.B., Magomedbekov U.G., Gasangadzhieva U.G., Dvoryanchikov V.I.</i>	

### CHEMICAL TECHNOLOGY

(inorganic and organic substances.  
Theoretical fundamentals)

Study of sorption process of oil and oil products with foam polymer sorbents based on high-impact polystyrene ....	83
<i>Kakhramanov N.T., Gahramanly J.N., Kurbanova R.V., Gadzhieva R.Sh.</i>	
Purification features of carbon nanotubes from impurities after their synthesis .....	89
<i>Tabulina L.V., Rusalskaya T.G., Shulitsky B.G., Shaman Y.P., Komissarov I.V., Carosa A.G.</i>	

Nickel catalytic properties in reaction of liquid-phase hydrogenation of carbon-carbon double bond.....	95
<i>Afineevskii A.V., Prozorov D.A., Osadchaya T.Yu., Sukhachev Ya.P., Lukin M.V.</i>	
Analysis of structural changes of cellulose component in process of elementarization of flax fibers .....	102
<i>Zavadskii A.E., Stokozenko V.G., Moryganov A.P., Larin I.Yu.</i>	
Numerical and experimental study of mixture grinding of materials with different strengths.....	109
<i>Zhukov V.P., Osipov D.A., Otwinowski H., Urbaniak D.</i>	