

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Серия

**ХИМИЯ
И
ХИМИЧЕСКАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ**

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

ChemChemTech

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

**Том (Volume) 68
Вып. (Issue) 9**

Иваново 2025

МЕЖДУНАРОДНАЯ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор В.В. Рыбкин
Зам. гл. редактора Н.Е. Гордина
Зам. гл. редактора А.П. Самарский
Зав. редакцией А.С. Манукян

Бланк В.Д. (НИЦ Курчатовский институт – ТИСНУМ, Троицк, Россия)
Бурмистров В.А. (ИГХТУ, Иваново, Россия)
Бутман М.Ф. (ИГХТУ, Иваново, Россия)
Винокуров Е.Г. (РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва, Россия)
Гиричев Г.В. (ИГХТУ, Иваново, Россия)
Грин М.А. (МИРЭА, Москва, Россия)
Гущин А.А. (ИГХТУ, Иваново, Россия)
Егоров М.П. (ИОХ им. Н.Д. Зелинского РАН, Москва, Россия)
Еременко И.Л. (ИОНХ им. Н.С. Курнакова, Москва, Россия)
Исляйкин М.К. (ИГХТУ, Иваново, Россия)
Крук Н.Н. (БГТУ, Минск, Беларусь)
Макаров С.В. (ИГХТУ, Иваново, Россия)
Мартынов А.Г. (ИФХЭ РАН, Москва, Россия)
Мовсумзаде Э.М. (УГНТУ, Уфа, Россия)
Новиков И.А. (ВолгГТУ, Волгоград, Россия)
Синяшин О.Г. (ИОФХ им. А.Е. Арбузова, Казань, Россия)
Сырбу С.А. (ИХР РАН, Иваново, Россия)
Усачева Т.Р. (ИГХТУ, Иваново, Россия)

Arena G. (University of Catania, Italy)
Baranski A. (CUT, Cracov, Poland)
Berthiaux H. (Mines Albi-Carmaux, Albi, France)
Bratychak M. (LPNU, Lviv, Ukraine)
Chatterjee D. (University of Burdwan, Bardhaman, India)
Choukourov A. (Charles University, Prague, Czech Republic)
Coluccia S. (University of Turin, Italy)
Danagulyan G. (RAU, Yerevan, Armenia)
Giancola C. (University of Naples Federico II, Naples, Italy)
Kwan-Ho Kwon (KU, Sejong, Republic of Korea)
Kessler V. (SLU, Uppsala, Sweden)
Matyjaszewski K. (CMU, Pittsburgh, USA)
Piekarski H. (University of Lodz, Poland)
Samsonia Sh. (TSU, Tbilisi, Georgia)
Shermolovich Y. (IOCh, Kiev, Ukraine)
Torres T. (Universidad Autonoma de Madrid, Madrid, Spain)
Tsitsishvili V. (P. Melikishvili IPOC, Tbilisi, Georgia)
Oberhammer H. (University of Tuebingen, Germany)
Xia Dongsheng (WTU, Wuhan, Hubei province, China)
Yu Fang (INCSMM of Shaanxi Normal University, Xi'an, China)

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

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

Англ. перевод: В.В. Рыбкин
Компьютерная верстка: А.Л. Куленцан
Технический редактор В.В. Дунаева

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия, реестровая запись 20.04.2006 серия ПИ № ФС77-24169

Журнал включен в международные базы данных Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, EBSCO Publishing

Журнал издается при содействии Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова,
является Лауреатом конкурса им. Первопечатника Ивана Федорова Российской инженерной академии

Подписано в печать 30.06.2025. Формат 60x84 1/8. Дата выхода в свет 03.07.2025.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,5. Тираж 300 экз. Заказ № 27796.

Типография: АО «Ивановский издательский дом». 153000, г. Иваново, ул. Степанова, д. 5, литер А, А1-А7.



Подписка: Объединенный каталог «Пресса России» (70381),
Каталог периодики «Урал-Пресс» (подписной индекс 38912),
ООО «Научная электронная библиотека» (www.e-library.ru).
Свободная цена

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Editor-in-chief V.V. Rybkin
Associate editor N.E. Gordina
Associate editor A.P. Samarskiy
Managing editor A.S. Manukyan

Blank V.D. (*NRC Kurchatov Institute – TISNCM, Troitsk, Russia*)

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*)

Grin M.A. (*MIREA - Russian Technological University, Moscow, Russia*)

Guschin A.A. (*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*)

Islyaihin M.K. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)

Kruk N.N. (*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus*)

Makarov S.V. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)

Martynov A.G. (*A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry RAS, Moscow, Russia*)

Movsumzade E.M. (*Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia*)

Novakov I.A. (*Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia*)

Sinyashin O.G. (*A.E. Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry Kazan Scientific Centre RAS, Kazan, Russia*)

Syrbu S.A. (*G.A. Krestov Institute of Solution Chemistry RAS, Ivanovo, Russia*)

Usacheva T.R. (*Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Ivanovo, Russia*)

Vinokurov E.G. (*D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, 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*)

Chatterjee D. (*University of Burdwan, Bardhaman, India*)

Choukourov A. (*Charles University, Prague, Czech Republic*)

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*)

Torres T. (*Universidad Autonoma de Madrid, Madrid, Spain*)

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*)

Yu Fang (*INCMM of Shaanxi Normal University, Xi'an, 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 **Scopus**, **Web of Science**, **Chemical Abstracts**, and **EBSCO** Publishing
Journal is published at the assistance of A.M. Prokhorov Academy of Engineering Sciences

Full article versions are placed at <http://journals.isuct.ru> and www.e-library.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

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

Перколяционные эффекты в композиционных материалах на основе нанослоистых неорганических матриц.....6
Калашник А.В., Ионов С.Г.

Межплоскостные расстояния в деформированном алмазе14
Кульницкий Б.А., Гордеева Т.А., Бланк В.Д.

Исследование смачиваемости углеродных стержней на основе волокна УКН/500020
Сидорова Е.В., Стариченко Н.С., Карпов А.П., Федюшкина А.Г., Бехелева Ю.В., Ельчанинова В.А.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

(неорганических и органических веществ,
теоретические основы)

Исследование характеристик алмазного слоя
и интерфейса двухслойных алмазно-твердосплавных пластин28
Прохоров В.М., Перфилов С.А., Поздняков А.А., Илич-Свитыч Е.В., Федоткин А.П.

Наноккомпозиты на основе матриц из ископаемых углей,
наполненных частицами наносплавов железо-платина35
Попова А.Н., Сименюк Г.Ю., Захаров Н.С., Пугачев В.М., Додонов В.Г., Зыков И.Ю.

Бумага из сверхдлинных углеродных нанотрубок как электродный материал для суперконденсаторов43
Дё В.В., Филимоненков И.С., Урванов С.А., Казеннов Н.В., Караева А.Р., Мордкович В.З.

Электронное облучение нелегированного гомоэпитаксиального алмаза
для подавления дырочной проводимости53
Тимошенко В.О., Приходько Д.Д., Тарелкин С.А., Жолудев С.И., Лупарев Н.В., Корнилов Н.В.

Особенности технологии гомоэпитаксиального химического осаждения тонких алмазных слоев
на монокристаллическую алмазную подложку, легированную азотом 60
Тарелкин С.А., Корнилов Н.В., Кузнецов М.С., Лупарев Н.В., Мартюшов С.Ю., Тимошенко В.О.

Синтез фаз высокого давления при комнатной температуре, структура и свойства фуллерита C₆₀ 66
Сорокин Б.П., Яшин Д.В., Овсянников Д.А., Попов М.Ю., Кульницкий Б.А., Асафьев Н.О., Бланк В.Д.

Получение в тлеющем разряде на поверхности цеолитов оксидов цинка и меди для разложения
метиленового синего..... 75
Смирнова К.В., Лебедев Ю.А.

Влияние процессов термического окисления на механические свойства графитовой фольги 83
Ефимов Д.В., Иванов А.В., Муханов В.А., Лукьянцев М.И., Максимова Н.В., Авдеев В.В.

Гибридный фотоэлектрокатализатор восстановления молекулярного кислорода
на основе восстановленного оксида графена и РЗНТ:С₆₀(CF₃)Н..... 90
Малкин Н.А., Броцман В.А., Луконина Н.С., Горюнков А.А.

Исследование электрофизических свойств резины на основе бутадиен-нитрильного каучука
и технического углерода, как межобкладочного материала 99
Смирнов А.В., Терентьев А.А., Баласанян С.А., Егоров Е.Н., Кольцов Н.И., Васильев С.А.

Жидкофазная гидрогенизация 2-нитро-2'-гидрокси-5'-метилазобензола на скелетном никеле
с целью получения фотостабилизирующей композиции106
Лефедова О.В., Немцева М.П.

Влияние условий мокрого формования и постобработки волокон на основе длинномерных углеродных
нанотрубок и поливинилового спирта на свойства получаемых продуктов.....115
Хасков М.А., Караева А.Р., Мордкович В.З.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Окисление супертоксикантов в диэлектрическом барьерном разряде в присутствии ферратов.....126
Клипов Н.В., Квиткова Е.Ю., Извекова Т.В., Гусев Г.И., Le Thi Mai Huong, Гордина Н.Е., Гуцин А.А.

CONTENTS

CHEMISTRY

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

Percolation effects in composite materials based on nanolayer inorganic matrices	6
<i>Kalashnik A.V., Ionov S.G.</i>	
Interplanar distances in deformed diamond.....	14
<i>Kulnitskiy B.A., Gordeeva T.A., Blank V.D.</i>	
Study of wettability of carbon rods based on UKN/5000 fibre	20
<i>Sidorova E.V., Starichenko N.S., Karpov A.P., Fedushkina A.G., Bekheleva Yu.V., Yelchaninova V.A.</i>	

CHEMICAL TECHNOLOGY

(inorganic and organic substances.
Theoretical fundamentals)

Investigation of the characteristics of the diamond layer and the interface of two-layer diamond-carbide plates.....	28
<i>Prokhorov V.M., Perfilov S.A., Pozdnyakov A.A., Illich-Svitych E.V., Fedotkin A.P.</i>	
Nanocomposites based on fossil coal matrices filled with particles of iron-platinum nanoalloys	35
<i>Popova A.N., Simenyuk G.Yu., Zakharov N.S., Pugachev V.M., Dodonov V.G., Zykov I.Yu.</i>	
Ultra-long carbon nanotube paper as an electrode material for supercapacitors	43
<i>De V.V., Filimonenkov I.S., Urvanov S.A., Kazennov N.V., Karaeva A.R., Mordkovich V.Z.</i>	
Electron irradiation of an undoped homoepitaxial diamond to suppress hole conductivity	53
<i>Timoshenko V.O., Prikhodko D.D., Tarelkin S.A., Zholudev S.I., Luparev N.V., Kornilov N.V.</i>	
Features of the technology of homoepitaxial chemical deposition of thin diamond layers on a nitrogen-doped single-crystal diamond substrate	60
<i>Tarelkin S.A., Kornilov N.V., Kuznetsov M.S., Luparev N.V., Martyushov S.Yu., Timoshenko V.O.</i>	
Synthesis of high-pressure phases at room temperature, structure and properties of fullerite C ₆₀	66
<i>Sorokin B.P., Yashin D.V., Ovsyannikov D.A., Popov M.Yu., Kulnitskiy B.A., Asafiev N.O., Blank V.D.</i>	
Obtaining zinc and copper oxides in a glow discharge on the surface of zeolites for the decomposition of methylene blue	75
<i>Smirnova K.V., Lebedev Yu.A.</i>	
Influence of thermal oxidation processes on the mechanical properties of graphite foil	83
<i>Efimov D.V., Ivanov A.V., Mukhanov V.A., Lukyantsev M.I., Maksimova N.V., Avdeev V.V.</i>	
Hybrid photoelectrocatalyst for molecular oxygen reduction based on reduced graphene oxide and P3HT:C ₆₀ (CF ₃)H.....	90
<i>Malkin N.A., Brotsman V.A., Lukonina N.S., Goryunkov A.A.</i>	
Study of electrophysical properties of rubber based on nitrile-butadiene rubber and carbon technical as an interlining material of flexible variable capacities	99
<i>Smirnov A.V., Terentyev A.A., Balasanyan S.A., Egorov E.N., Kol'tsov N.I., Vasiliev S.A.</i>	
Liquid-phase hydrogenation of 2-nitro-2'-hydroxy-5'-methylazobenzene on skeletal nickel to obtain a photo-stabilizing composition.....	106
<i>Lefedova O.V., Nemtzeva M.P.</i>	
Influence of wet-spinning conditions and post-treatments of fibers based on ultralong carbon nanotubes and polyvinyl alcohol on the properties of products obtained.....	115
<i>Khaskov M.A., Karaeva A.R., Mordkovich V.Z.</i>	

ECOLOGICAL PROBLEMS OF CHEMISTRY AND CHEMICAL TECHNOLOGY

Oxidation of supertoxicants in a dielectric barrier discharge in the presence of ferrates	126
<i>Klipov N.V., Kvítikova E.Yu., Izvekova T.V., Gusev G.I., Le Thi Mai Huong, Gordina N.E., Gushchin A.A.</i>	