

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук»
(ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН)

Институт химии и химической технологии
Сибирского отделения Российской академии наук -
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
(ИХХТ СО РАН)



НАУЧНЫЕ ИТОГИ 2021

Красноярск 2022

Печатается по решению Ученого совета ИХХТ СО РАН.
Подготовлено на основании отчета о научной и научно-организационной деятельности за 2021 год, утвержденного Ученым советом 25 февраля 2022 г.

Адрес: Россия, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, д. 50, стр. 24

Телефоны: (391) 205 19 50; (391) 205 19 24

Электронная почта: chem@icct.ru; sekr@icct.ru

Web-page: <http://www.icct.krasn.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

1.	СВЕДЕНИЯ ОБ ИНСТИТУТЕ.....	5
2.	НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.....	8
2.1.	Результаты, отправленные в ОУС СО РАН по химическим наукам.....	8
2.2.	Результаты, отправленные в отделение РАН по органической химии.....	11
2.3.	Разработки, готовые к практическому применению.....	15
3.	ПРОЕКТЫ ПРОГРАММЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПЕРИОД (2021-2030 годы).....	17
3.1.	Проект 0287-2021-0012 «Исследования механизмов каталитических реакций в водной и водно-органической средах, реакционной способности и физико-химических свойств веществ из природного органического сырья с применением комплекса экспериментальных и теоретических методов».....	17
3.2.	Проект 0287-2021-0013 «Развитие научных основ формирования функциональных материалов с заданными свойствами на основе сложных оксидных систем и микросфер энергетических зол».....	22
3.3.	Проект 0287-2021-0014 «Исследования физико-химических закономерностей поверхностных явлений и гетерофазных химических превращений в гидрометаллургических процессах переработки природного и техногенного сырья цветных, редких и благородных металлов и получения новых материалов на их основе».....	26
3.4.	Проект 0287-2021-0017 «Физико-химические основы новых экологически безопасных и ресурсосберегающих методов направленной трансформации возобновляемых растительных полимеров (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз) в востребованные функциональные полимеры, нанокompозитные материалы и ценные химические продукты»	29
4.	СВЕДЕНИЯ О ЛАБОРАТОРИЯХ.....	31

5.	НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.....	65
5.1.	Международное сотрудничество.....	65
5.2.	Связи с отраслевой и вузовской наукой.....	66
5.3.	Преподавательская деятельность	77
5.4.	Подготовка научных кадров в аспирантуре.....	83
5.5.	Деятельность диссертационного совета	88
5.6.	Деятельность ученого совета.....	92
5.7.	Популяризация научных знаний.....	93
5.8.	Конференции, научные семинары, школы.....	95
5.9.	Участие в организации и проведении различных мероприятий...	100
5.10.	Участие в советах, экспертная деятельность.....	102
5.11.	Членство в редколлегиях журналов	104
5.12.	Премии и награды.....	104
5.13.	Патентно-лицензионная работа.....	107
6.	ЕЖЕГОДНЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ.....	108
7.	ПУБЛИКАЦИИ.....	114

1. СВЕДЕНИЯ ОБ ИНСТИТУТЕ

1.1 Общие сведения

ИХХТ СО РАН (далее Институт) организован Постановлениями Совета Министров РСФСР № 91 от 19.02.1980, Президиума АН № 315 от 20.03.1980, и Президиума СО АН № 452 от 12.12.1980. Приказом Федерального агентства научных организаций (ФАНО России) № 73 от 21.02.2016 реорганизован в форме присоединения к Федеральному государственному бюджетному научному учреждению «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН, КНЦ СО РАН) как обособленное подразделение. Осуществляет свою деятельность в соответствии с Уставом ФИЦ КНЦ СО РАН, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования от 25 июля 2018 года № 387 и Положением об Институте химии и химической технологии СО РАН – обособленном подразделении ФИЦ КНЦ СО РАН, утвержденного директором ФИЦ КНЦ СО РАН 15.10.2018 г.

Институт проводит фундаментальные исследования в соответствии с утвержденным планом научно-исследовательских работ, включающим 4 базовых проекта, по трем направлениям фундаментальных и поисковых научных исследований Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы). Проводимые работы соответствуют приоритетным направлениям науки, технологий и техники, перечню критических технологий РФ (Указ Президента РФ от 07.07.2011 г. № 899), тематика работ отвечает приоритетным направлениям Стратегии НТР РФ, утвержденной Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 г. № 642.

1.2 Основные научные направления деятельности института

- физико-химические основы новых экологически безопасных металлургических и химико-технологических процессов комплексного извлечения целевых продуктов из поликомпонентного сырья;
- физико-химические основы процессов глубокой переработки природного органического сырья, включая растительную биомассу и бурые угли.

1.3 Руководство института

Директор	д.х.н., проф. РАН О.П. Таран
Руководители научных направлений	
«Физико-химические основы новых экологически безопасных металлургических и химико-технологических процессов комплексного извлечения целевых продуктов из поликомпонентного сырья»	д.х.н., проф. А.Г. Аншиц
«Физико-химические основы процессов глубокой переработки природного органического сырья, включая растительную биомассу и бурые угли»	д.х.н., проф. Б.Н. Кузнецов
Заместители директора по научной работе	д.х.н. В.И. Кузьмин
	д.х.н., доцент Н.В. Чесноков
Заместитель директора по общим вопросам	А.В. Мостовой
Ученый секретарь	к.х.н. Ю.Н. Зайцева

1.4 Ученый совет

Ученый совет избран в составе 16 человек Общим собранием научных сотрудников института 17.09.2020 г. и утвержден приказом ФИЦ КНЦ СО РАН №153 а/х от 02.11.2020 г.

Таран Оксана Павловна, д.х.н., проф. РАН, председатель Ученого совета

Зайцева Юлия Николаевна, к.х.н., секретарь Ученого Совета

Аншиц Александр Георгиевич, д.х.н., проф.

Бурмакина Галина Вениаминовна, д.х.н.

Калякин Сергей Николаевич, к.х.н.

Кузнецов Борис Николаевич, д.х.н., проф.

Кузьмин Владимир Иванович, д.х.н.

Маляр Юрий Николаевич, к.х.н.

Михайлов Александр Геннадьевич, д.т.н.

Михлин Юрий Леонидович, д.х.н., проф.

Рубайло Анатолий Иосифович, д.х.н., проф.

Тарабанько Валерий Евгеньевич, д.х.н., проф.

Фоменко Елена Викторовна, к.х.н.

Чесноков Николай Васильевич, д.х.н., доцент

Шабанов Василий Филиппович, академик РАН

Шор Елена Александровна, к.х.н.

1.5 Научно-исследовательские подразделения института

Лаборатория гидрометаллургических процессов (ГМП)	Кузьмин Владимир Иванович, д.х.н.
Лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов (КПВР)	Таран Оксана Павловна, д.х.н., проф. РАН
Лаборатория каталитических превращений малых молекул (КПММ)	Аншиц Александр Георгиевич, д.х.н., проф.
Лаборатория минеральных ресурсов (МР)	Михайлов Александр Геннадьевич, д.т.н.
Лаборатория молекулярной спектроскопии и анализа (МСА)	Петерсон Иван Викторович, к.х.н.
Лаборатория физико-химических методов исследования материалов (ФХМИМ)	Чесноков Николай Васильевич, д.х.н., доц.
Лаборатория химии природного органического сырья (ХПОС)	Кузнецов Борис Николаевич, д.х.н., проф.

1.6 Сведения о кадровом составе

Институт обладает квалифицированными научными и инженерно-техническими кадрами. По состоянию на 31.12.2021 г. численность работников Института составляет 211 человек, в т.ч. 103 научных сотрудника, из них 17 докторов, 64 кандидата наук. Численность научных сотрудников в возрасте до 39 лет включительно составила 37 человек. В аспирантуре ФИЦ КНЦ СО РАН по специальностям Института обучается за счет бюджетных средств 18 аспирантов.

2. НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

2.1 Результаты, отправленные в ОУС СО РАН по химическим наукам

Межфазное разделение компонентов органической фазы в системах с водно-мицеллярной фазой ди(2-этилгексил)фосфата натрия

Авторы: д.х.н. В.И. Кузьмин, к.х.н. М.Н. Лескив, к.х.н. И.В. Петерсон,
к.х.н. Д.В. Кузьмин, к.х.н. Н.В. Гудкова

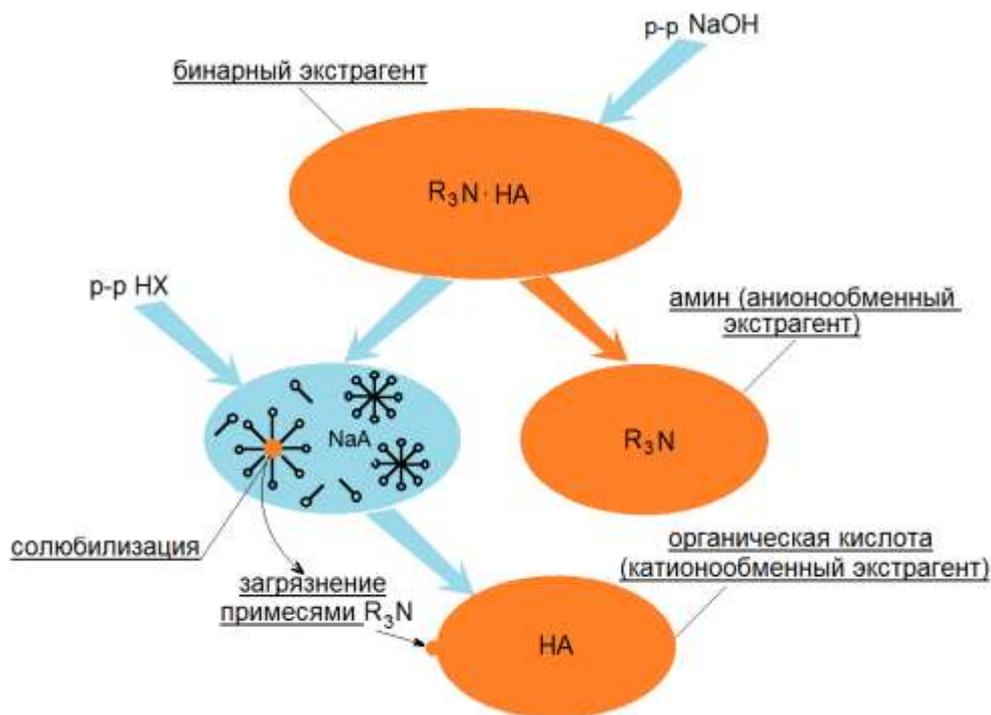


Схема разделения компонентов органической фазы в системах с водно-мицеллярными растворами

Исследован процесс разделения экстрагентов на основе смеси ди-2ЭГФК и триоктиламина в толуоле на составные компоненты в системах «органический – водно-мицеллярный растворы». Найдены условия полного перевода (98-99%) органической кислоты в виде натриевой соли (NaA) в водно-мицеллярный раствор и отделения ее от триоктиламина (извлечение амина в органическую фазу 98,7-99,8%). Показано, что концентрация ди-2ЭГФК в выделенном продукте определяется солюбилизацией органического растворителя прямыми мицеллами натриевой соли ди-2ЭГФК и снижается с ростом концентрации натриевой соли в водно-мицеллярном растворе. Наиболее концентрированная ди-2ЭГФК (93-95%) может быть выделена подкислением растворов с содержанием NaA 0,01-0,02 моль/л. Мицеллообразование исследовано с использованием кондуктометрии, фотон-корреляционной спектроскопии и ¹H ЯМР-методом.

Исследуемые системы перспективны для разработки новых экстракционных процессов с использованием органических кислот, в которых для улучшения показателей извлечения, целенаправленно изменяют активность экстрагента на стадиях извлечения и реэкстракции металлов.

Публикации:

Kuzmin V.I., Leskiv M.N., Peterson I.V., Kuzmin D.V., Gudkova N.V., Bulavchenko A.I. Interfacial Separation of Organic Phase Components in Systems Containing Aqueous Colloidal Solutions of Sodium Di-(2-Ethylhexyl)Phosphate // COLLOID JOURNAL. - V. 83, Is. 1. – P. 88-96. - Publ.: JAN 2021. DOI 10.1134/S1061933X21010075. Q4.S3

Исследования выполнены в рамках государственного задания ИХХТ СО РАН, проект 0287-2021-0014

Новый подход и методы синтеза биологически активных сульфатированных биополимеров – использование нетоксичного и коррозионно-безопасного сульфатирующего агента (сульфаминовой кислоты)

Авторы: к.х.н. А.С. Казаченко, к.х.н. А.В. Левданский,
к.х.н. Ю.Н. Мальяр, д.х.н., проф. Б.Н. Кузнецов

Эффективность процессов сульфатирования полисахаридов и лигнина сульфаминовой кислотой возрастает в присутствии органических катализаторов основного типа, из которых наиболее активным является мочевины.

Показана возможность регулирования скорости и степени сульфатирования биополимеров путем вариации соотношения сульфатирующий агент/биополимер, температуры и продолжительности процесса, природы органического растворителя.

Сульфатированные биополимеры обладают антикоагулянтными свойствами и могут найти применение в медицине в качестве средств адресной доставки лекарств, в синтезе новых функциональных биополимеров и композиционных материалов.



Публикации:

1. Levдansky A.V., Vasilyeva N.Yu., Kondrasenko A.A., Levдansky V.A., Malyar Yu.N., Kazachenko A.S., Kuznetsov B.N. Sulfation of arabinogalactan with sulfamic acid under homogeneous conditions in dimethylsulfoxide medium // WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. – 2021. – V. 55. – P. 1725–1744. - Publ.: NOV 2021. DOI: 10.1007/s00226-021-01341-2. Q1.S1
2. Malyar Yu.N., Kazachenko A.S., Vasilyeva N.Yu., Fetisova O.Yu., Borovkova V.S., Miroshnikova A.V., Levдansky A.V., Skripnikov A.M. Sulfation of Wheat Straw Soda Lignin: Role of Solvents and Catalysts // CATALYSIS TODAY. – 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2021.07.033>. Q1.S1
3. Kazachenko A., Akman F., Medimagh M., Issaoui N., Vasilieva N., Malyar Y.N., Sudakova I.G., Karacharov A., Miroshnikova A., Al-Dossary O.M. Sulfation of Diethylaminoethyl-Cellulose: QTAIM Topological Analysis and Experimental and DFT Studies of the Properties // ACS OMEGA. – 2021. – V. 6, Is. 35. – P. 22603-22615. Publ: SEP 7 2021. DOI: 10.1021/acsomega.1c02570. Q2.S1
4. Kazachenko A.S., Vasilieva N.Y., Borovkova V.S., Fetisova O.Y., Issaoui N., Malyar Y.N., Elsuf'ev E.V., Karacharov A.A., Skripnikov A.M., Miroshnikova A.V., Kazachenko A.S., Zimonin D.V., Ionin V.A. Food Xanthan Polysaccharide Sulfation Process with Sulfamic Acid // FOODS. – 2021. – V.10. art. N 2571. - Publ.: 25 October 2021. – DOI: 10.3390/foods10112571. Q2.S1
5. Kazachenko A.S., Malyar Y.N., Vasilyeva N.Y., Borovkova V.S., Issaoui N. Optimization of guar gum galactomannan sulfation process with sulfamic acid // BIOMASS CONVERSION AND BIOREFINERY. - Ранний доступ: SEP 2021. DOI: 10.1007/s13399-021-01895-y. Q1.S2

6. Kazachenko A.S., Malyar Y.N., Vasilyeva N.Y., Fetisova O.Y., Chudina A.I., Sudakova I.G., Antonov A.V., Borovkova V.S., Kuznetsova S.A. Isolation and sulfation of galactoglucomannan from larch wood (*Larix sibirica*) // WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. – V.55, Is.4. – P. 1091-1107. - Publ.: JUL 2021. DOI: 10.1007/s00226-021-01299-1. Q1.S1

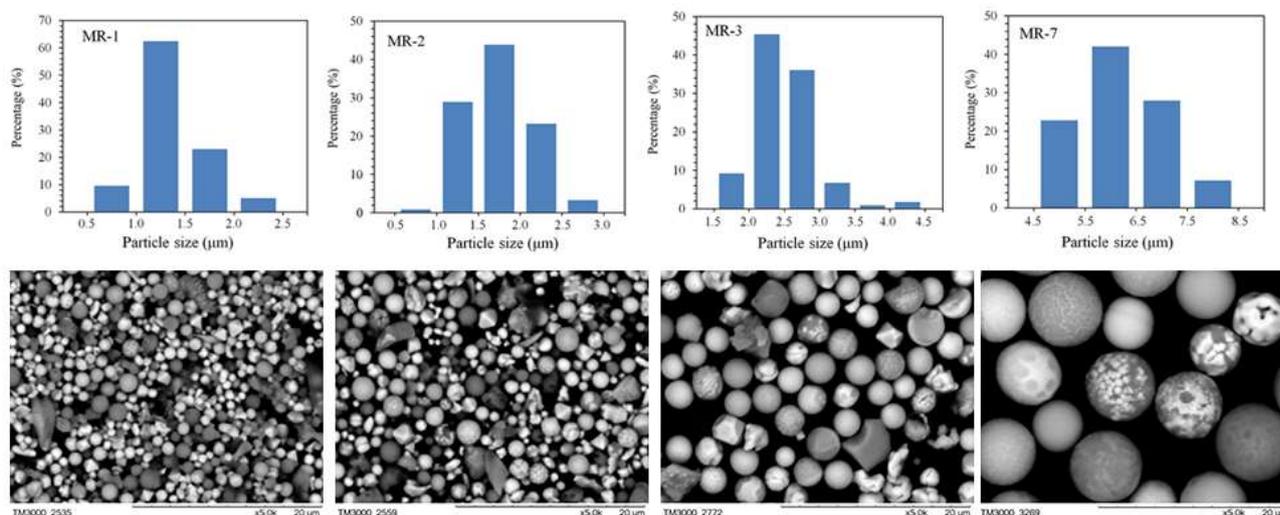
Исследования выполнены в рамках государственного задания ИХХТ СО РАН, проекты: 0287-2021-0012, 0287-2021-0017

Физико-химическая характеристика магнитных фракций микросфер $PM_{2.5}$, $PM_{2.5-10}$, PM_{10} энергетических зол

Авторы: к.х.н. Е.В. Фоменко, Н.Н. Анищи, Л.А. Соловьев, д.х.н., проф. А.Г. Анищи

Из летучей золы экибастузского угля выделены магнитные фракции дисперсных микросфер размером менее 10 мкм, относящиеся к экологически опасным частицам $PM_{2.5}$, $PM_{2.5-10}$, PM_{10} ; установлен их химический и фазовый состав, мёссбауэровские параметры и магнитные свойства. Магнитные фракции содержат Fe_2O_3 – 57–60, SiO_2 – 25–28, Al_2O_3 – 10–12 мас. %; фазовый состав включает Fe-шпинель, $\alpha-Fe_2O_3$, $\epsilon-Fe_2O_3$, муллит, кварц и аморфную стеклофазу. Формирование наноразмерных частиц метастабильного полиморфа $\epsilon-Fe_2O_3$ происходит в матрице SiO_2 , стабилизация достигается за счет резкого охлаждения микросфер в процессе образования.

Физико-химическая характеристика магнитных фракций позволяет оценить риски антропогенного воздействия на окружающую среду при промышленном сжигании угля, свести к минимуму загрязнение опасными компонентами с повышенным содержанием железа, определить перспективные области их применения. Сферическая форма дисперсных частиц, сочетание магнитных свойств с высокой термической стабильностью, возможность функционализации поверхности являются важными факторами при создании высокоэффективных микросферических функциональных материалов – сорбентов, магнитных носителей, катализаторов и биосенсоров.



Распределение частиц по размеру и СЭМ-снимки магнитных фракций дисперсных микросфер

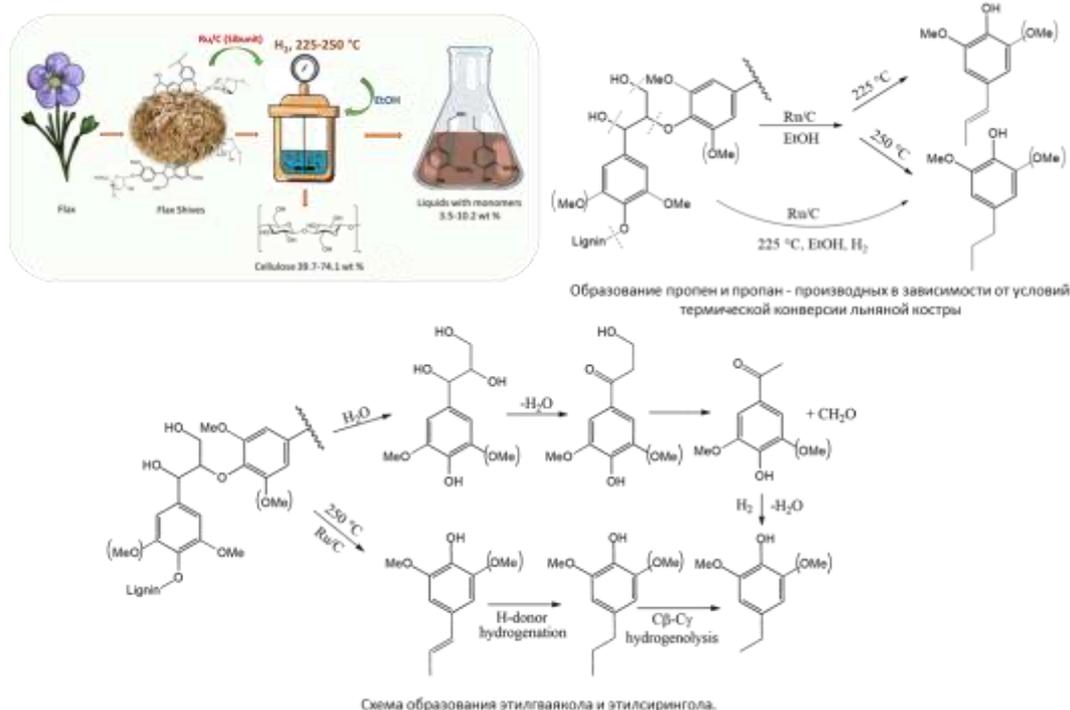
Публикации:

Fomenko E.V., Anshits N.N., Solovyov L.A., Knyazev Y.V., Semenov S.V., Bayukov O.A., Anshits A.G. Magnetic fractions of $PM_{2.5}$, $PM_{2.5-10}$, and PM_{10} from coal fly ash as environmental pollutants // ACS OMEGA. – 2021. – V. 6. – Is. 30. – P. 20076–20085. - Publ.: 2021-Aug-03. DOI: 10.1021/acsomega.1c03187. Q2.S1

Исследования выполнены в рамках государственного задания ИХХТ СО РАН, проект 0287-2021-0013

2.2 Результаты, отправленные в отделение РАН по органической химии

Льняная костра является основным отходом (до 70 мас.%) при производстве льноволокна. Комплексная переработка таких отходов представляют собой значительную проблему. Предложено восстановительное каталитическое фракционирование (ВКФ) льняной костры в этаноле и изопропанол в температурах (225-250 °С) в присутствии бифункционального катализатора (Ru/C) и H₂. ВКФ обеспечивает деполимеризацию и растворение лигнина и гемицеллюлоз льняной костры и получение твердого продукта с высоким содержанием целлюлозы. ВКФ эффективно стабилизирует образующиеся промежуточные соединения лигнина и предотвращает реакции их конденсации с образованием высокомолекулярной фракции лигнина. Изучено влияние характеристик (содержание Ru, размер частиц и кислотность носителя) бифункциональных катализаторов на мезопористом углеродном материале Сибунит-4 на выход и состав продуктов гидрирования. Лучший катализатор с содержанием 3% Ru на окисленном при 400 °С Сибуните. Бифункциональный катализатор Ru/C повышают конверсию льняной костры с 44 до 56 мас.% и выход монофенолов с 1,1 до 10,2 мас.%, степень делигнификации до 79,0%, выход целлюлозы до 67,2 мас.%. Основные мономерные продукты процесса – гваяцилпропен или гваяцилпропан. Руководители работы – д.х.н., проф. РАН О.П. Таран, д.х.н., проф. В.Е. Тарабанько; отв. исп. – к.х.н. А.С. Казаченко, м.н.с. А.В. Мирошникова (Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск).



Публикации:

1. Catalysts 11 (2021) 1–17. - DOI 10.3390/catal11010042
2. Catalysts 11 (2021) 970. - DOI 10.3390/catal11080970

Разработан новый «зелёный» способ сульфатирования арабиногалактана (АГ). Метод основан на сульфатировании АГ в расплаве смеси сульфаминовая кислота – мочевина при температуре расплава 110–140 °С в течение 30 минут. Сульфатированный АГ выделяют в виде натриевой соли. Преимущества разработанного способа, по сравнению с известными, заключаются в замене агрессивных и токсичных реагентов – серного ангидрида, серной и хлорсульфоновой кислот на нетоксичную, неагрессивную стабильную сульфаминовую кислоту и мочевину. Исключается использование экологически вредных растворителей пиридина, N,N-диметилформаида, 1,4-диоксана и третичных алифатических аминов, сокращается продолжительность сульфатирования с 4–12 часов до 0,5 часа. Сульфаты АГ обладают высокой биологической активностью – антикоагулянтной, иммуномодулирующей, пребиотической, гиполипидемической, митогенной, антимуtagenной, гепатопротекторной, гастропротекторной. Совокупность этих свойств открывает широкие перспективы использования сульфатов АГ в медицине, ветеринарии, пищевой и косметической промышленности. Руководитель работы – д.х.н., проф. Б.Н. Кузнецов; исп. – д.х.н. В.А. Левданский, к.х.н. А.В. Левданский (Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск).

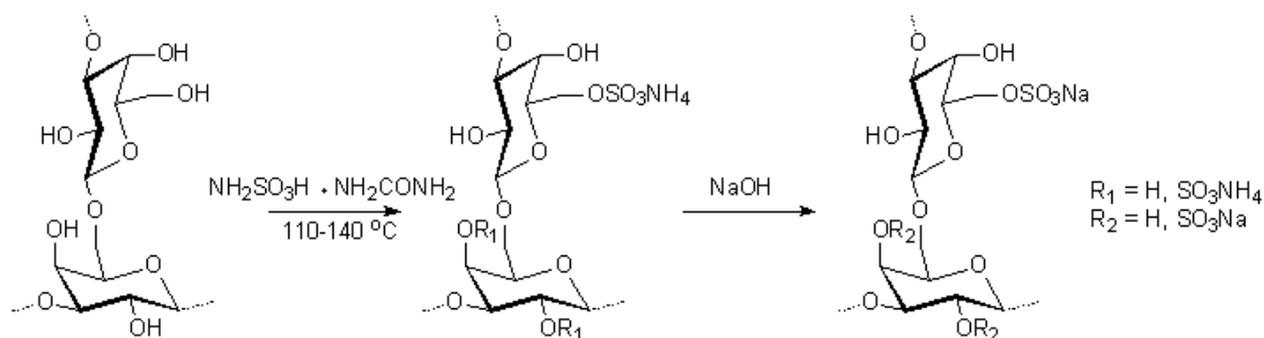


Рисунок. Схема реакции сульфатирования АГ в расплаве смеси сульфаминовая кислота – мочевина.

Патент № 2760432 Российская Федерация. МПК C08B 37/00 (2006.01). Способ сульфатирования арабиногалактана древесины лиственницы сульфаминовой кислотой / Левданский А.В., Левданский В.А., Кузнецов Б.Н.; заявитель и патентообладатель ФИЦ КНЦ СО РАН (RU).-№ 2021112617/10, заявл. 28.04.2021; опубл. 25.11.2021. Бюл. № 36. ИК РИД 622011100055-9

Разработан новый «зелёный» способ сульфатирования ксилана. Метод основан на сульфатировании ксилана в расплаве смеси сульфаминовая кислота – мочевина при температуре расплава 110–125 °С в течение 30 минут. Сульфат ксилана выделяют в виде натриевой соли. Преимущества разработанного способа, по сравнению с известными, заключаются в замене агрессивных и токсичных реагентов – серного ангидрида, серной и хлорсульфоновой кислот на нетоксичную, неагрессивную стабильную сульфаминовую кислоту и мочевины, сокращении продолжительности синтеза с 3–6 часов до 30 минут. Исключается использование экологически вредных растворителей пиридина, N,N-диметилформамида, 1,4-диоксана и третичных алифатических аминов, сокращается продолжительность сульфатирования с 4–12 часов до 0,5 часа. Сульфат ксилана (коммерческое название Elmiron) обладает антикоагулянтной, противовирусной, противовоспалительной и противоопухолевой активностью и подавляет ВИЧ инфекции. Руководитель работы – д.х.н., проф. Б.Н. Кузнецов; исп. – д.х.н. В.А. Левданский, к.х.н. А.В. Левданский, Г.П. Скворцова (Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск).

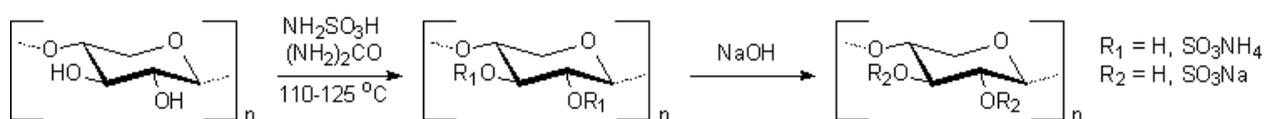
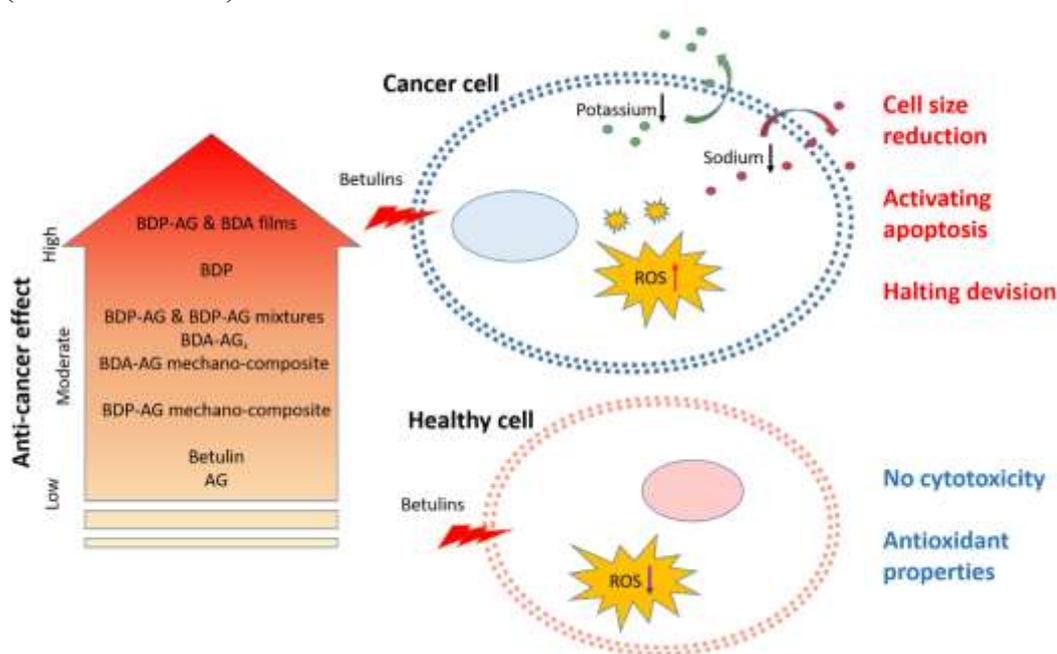


Рисунок. Схема реакции сульфатирования ксилана в расплаве смеси сульфаминовая кислота – мочевина.

Патент № 2757259 Российская Федерация. МПК С08В 37/00, С08Н 11/00 (2006.01). Сульфатирование ксилана древесины березы сульфаминовой кислотой Левданский А.В, Скворцова Г.П., Левданский В.А., Кузнецов Б.Н.; заявитель и патентообладатель ФИЦ КНЦ СО РАН (RU). - № 2020143299/10, заявл. 25.12.2020; опубл. 12.10.2021. Бюл. № 29. ИК РИД 622011100091-7

Разработаны и оптимизированы способы получения биологически активного дипропионата бетулина (ДПБ) из бересты берёзы. Благодаря своему составу дипропионат бетулина является перспективным препаратом для лечения широкого спектра заболеваний. Однако плохая растворимость этого соединения в воде ограничивает его применение. Механохимическими методами получены новые композиционные материалы на основе ДПБ, обладающие лучшей растворимостью и биодоступностью. В качестве носителей для получения композиционных материалов использовались синтетические и природные полимеры, а также неорганические наносистемы. Показано, что дипропионат бетулина оказывает выраженное целенаправленное противоопухолевое действие на клетки аденокарциномы легких человека и на клетки асцитной карциномы Эрлиха, вызывая апоптоз в раковых клетках и не затрагивая здоровые клетки. Следует отметить, что композиты, полученные в виде водорастворимых пленок, обладали наибольшей противоопухолевой активностью. При разработке адекватных систем доставки бетулина и его производных они могут быть перспективны для использования в фармакологии. Руководитель работ – д.х.н., проф. Б.Н. Кузнецов; отв. исп. д.х.н. С.А. Кузнецова, к.х.н. Ю.Н. Маляр (ИХХТ СО РАН); д.х.н. Т.П. Шахтштейнер, к.х.н. М.А. Михайленко (ИХТТМ СО РАН); д.м.н. А.С. Кичкайло (КрасГМУ); к.ф.-м.н. В.А. Дребущак (ИГМ СО РАН).



Схематическое изображение сравнения действия бетулина и композитов дипропионата бетулина на раковые и нормальные клетки. Композиты дипропионата бетулина избирательно вызывают апоптоз и останавливают деление в раковых клетках, а также проявляют антиоксидантную активность в нормальных клетках.

Публикации:

1. Kuznetsova S.A. et al. *Biointerface Research in Applied Chemistry* 12 (5) (2022) doi:10.33263/BRIAC125.68736894
2. Kuznetsova S.A. et al. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya* 1 (2021) 309-316 (inRuss.). DOI: 10.14258/jcprm.2021017973

2.3 Разработки, готовые к практическому применению

Новый способ сульфатирования арабиногалактана древесины лиственницы

Авторы: д.х.н. В.А. Левданский, к.х.н. А.В. Левданский

Разработан новый «зелёный» способ сульфатирования арабиногалактана (АГ). Метод основан на сульфатировании АГ в расплаве смеси сульфаминовая кислота – мочевина при температуре расплава 110–140 °С в течение 30 минут. Сульфатированный АГ выделяют в виде натриевой соли. Преимущества разработанного способа, по сравнению с известными, заключаются в замене агрессивных и токсичных реагентов –серного ангидрида, серной и хлорсульфоновой кислот на нетоксичную, неагрессивную стабильную сульфаминовую кислоту и мочевину. Исключается использование экологически вредных растворителей пиридина, N,N-диметилформамида, 1,4-диоксана и третичных алифатических аминов, сокращается продолжительность сульфатирования с 4–12 часов до 0,5 часа. Сульфаты АГ обладают высокой биологической активностью – антикоагулянтной, иммуномодулирующей, пребиотической, гиполипидемической, митогенной, антимуtagenной, гепатопротекторной, гастропротекторной. Совокупность этих свойств открывает широкие перспективы использования сульфатов АГ в медицине, ветеринарии, пищевой и косметической промышленности.

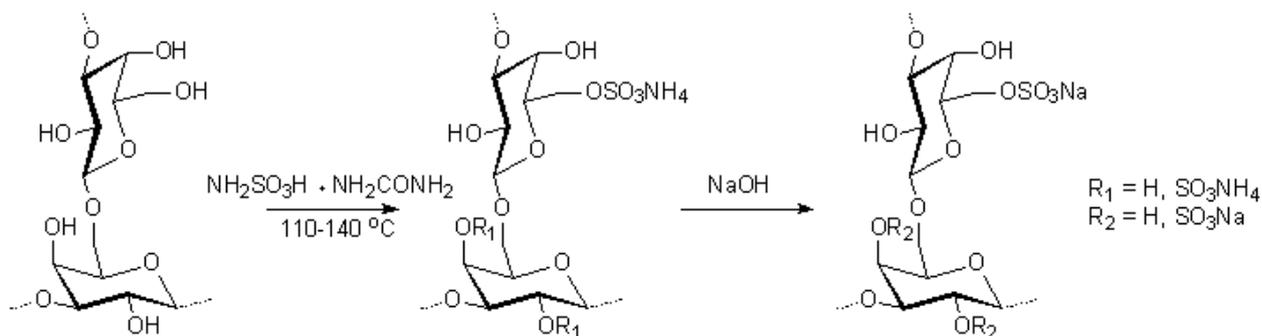


Схема реакции сульфатирования АГ в расплаве смеси сульфаминовая кислота – мочевина.

Патент № 2760432 Российская Федерация. МПК C08B 37/00 (2006.01). Способ сульфатирования арабиногалактана древесины лиственницы сульфаминовой кислотой / Левданский А.В., Левданский В.А., Кузнецов Б.Н.; заявитель и патентообладатель ФИЦ КНЦ СО РАН (RU).-№ 2021112617/10, заявл. 28.04.2021; опубл. 25.11.2021. Бюл. № 36. ИК РИД 622011100055-9

Исследования выполнены в рамках государственного задания ИХХТ СО РАН, проект 0287-2021-0017.

Магнитожидкостный сепаратор

Автор: к.т.н. А.В. Зашихин

Разработана конструкция магнитожидкостного сепаратора, позволяющая: исключить накопление при длительной работе на днище желоба нетранспортируемых частиц, в том числе парамагнетиков, образующих неподвижный уплотненный придонный слой, с возможностью достаточно точного регулирования времени нахождения разделяемых частиц в зоне сепарации; повысить удельную производительность; снизить требования к предварительной подготовке питания; исключить задержки в движении продуктов разделения и в целом повысить эффективность обогащения частиц. Изобретение относится к области разделения твердых частиц по плотности, в частности, для эффективного выделения мелкого золота из руды и концентратов. Технический результат – повышение эффективности разделения частиц по плотности.

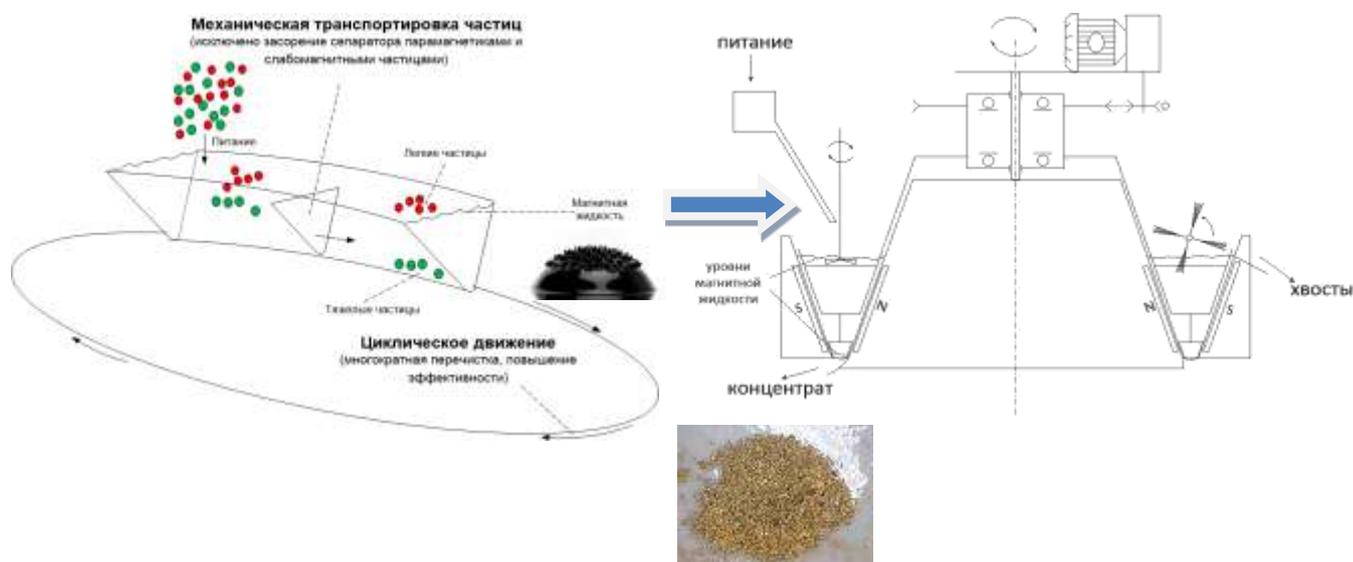


Рисунок – Схема работы магнитожидкостного сепаратора

Патент № 2758825 Российская Федерация МПК B03C 1/32 (2006.01). Магнитожидкостный сепаратор / Зашихин А.В.; заявитель и патентообладатель ФИЦ КНЦ СО РАН (RU). - № 2021114289/03, заявл. 18.05.2021; опубл. 02.11.2021, Бюл. № 31. ИК РИД 622011100048-1

Исследования выполнены в рамках государственного задания ИХХТ СО РАН, проект 0287-2021-0014

3. ПРОЕКТЫ ПРОГРАММЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ НА ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПЕРИОД (2021-2030 годы)

3.1 Проект 0287-2021-0012 «Исследования механизмов каталитических реакций в водной и водно-органической средах, реакционной способности и физико-химических свойств веществ из природного органического сырья с применением комплекса экспериментальных и теоретических методов»

руководители проекта: д.х.н., проф. РАН Таран О.П., д.х.н., проф. Рубайло А.И.

Цель работы: Разработка научных основ новых подходов к изучению механизмов каталитических процессов в водной и водно-органической средах, реакционной способности и физико-химических свойств веществ из природного органического сырья с применением комплекса экспериментальных и теоретических методов и использованием принципов «зеленой химии».

Методы исследования: кинетические методы, квантово-химические и электрохимические методы, ИК-, УФ-, ЯМР- и ЭПР-спектроскопия, газовая хроматография, хромато-масс-спектрометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография, гель-проникающая хроматография, капиллярный электрофорез, МР-томография, элементный, рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ.

Полученные на этапе 2021 года результаты имеют перспективы практического применения, т.к. являются фундаментальной базой для создания новых экологически безопасных методов и технологий для химической индустрии, в том числе, технологий комплексной переработки растительной биомассы и её компонентов в широкий ассортимент востребованных химических продуктов и компонентов топлив, процессов возобновляемой энергетики, решения экологических проблем.

Основные результаты

Обнаружено ускорение реакции гидролиза целлобиозы, моделирующей природные полисахариды, за счёт активации общим и специфическим кислотным катализом и исчезновение этого эффекта с ростом температуры под воздействием фталевой и соляной кислот, предложена кинетическая модель, объясняющая эту температурную зависимость. Обнаруженный эффект важен для понимания механизма гидролиза углеводов на перспективных твёрдых кислотных катализаторах (окисленных и сульфированных углях).

Проведены испытания катализаторов Ru/C, Pd/C, Pt/Al₂O₃ и Ni/C в процессе гидродиоксигенирования гваякола в среде воды и этанола. Установлено наличие синергетического эффекта при использовании механически смешанных Ru/C и Ni/C в данном процессе. Полученные данные необходимы для разработки процессов эффективной переработки «бионефти» и органосольвентных лигнинов в продукты высокой добавочной стоимости.

Методом функционала плотности изучена реакция окисления глюкозы в глюконовую кислоту в щелочной водной среде на золото-палладиевых наночастицах “crown-jewel” ($\text{Au}_{12}\text{Pd}_{43}$) и “core-shell” ($\text{Au}_{42}\text{Pd}_{13}$) типа. Найдено, что наиболее активными центрами в обеих частицах являются низкокоординированные атомы золота в вершинах кластеров. Установлено, что кластеры “crown-jewel” показывают более высокую каталитическую активность: они на 1 эВ более прочно связывают молекулу O_2 , что обеспечивает протекание реакции образования пероксида водорода в одну стадию по сравнению с двухстадийным процессом на кластере “core-shell” типа. Полученные расчетные данные важны для понимания механизмов действия катализаторов окисления глюкозы в глюконовую кислоту, востребованную в фармацевтической отрасли, и их дальнейшей оптимизации.

Исследовано влияние различных катализаторов: $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, MnSO_4 , TiO_2 , ZnSO_4 в среде «пероксид водорода – уксусная кислота – вода» на выход гемицеллюлоз из древесины лиственницы, изучен их состав и физико-химические характеристики. Полученные гемицеллюлозы могут быть использованы для создания биологически активных композиций, многокомпонентных покрытий и наполнителей для пищевой и фармацевтической промышленности.

Впервые установлено влияние растворителей и катализаторов на процесс сульфатирования сода-лигнина соломы пшеницы, оптимальные условия для выделения и получения максимального содержания серы в продукте (мочевина как катализатор в среде 1,4-диоксана). Синтезированные водорастворимые сульфатированные производные лигнина перспективны в качестве антикоагулянтных средств и компонентов биологически активных субстанций. Методика сульфатирования лигнинов может быть использована для получения сульфатированных производных технических лигнинов.

Методом аффинного капиллярного электрофореза впервые изучено комплексообразование эфирных бетулиновых производных 3,28-дифталата, 3,28-дисукцината и 3,28-дисульфата бетулина с γ -циклодекстрином в зависимости от pH среды, рассчитаны значения констант устойчивости комплексов. Полученные результаты необходимы для оптимизации процессов микрокапсулирования производных бетулина за счет образования супрамолекулярных комплексов (комплексов «хозяин-гость») с γ -ЦД для повышения биодоступности этих фармакологически активных соединений.

Установлено, что в процессе электрохимического гидрирования левулиновой кислоты с образованием валериановой кислоты в водном растворе H_2SO_4 степень конверсии левулиновой кислоты, селективность и фарадеевская эффективность существенно зависят от материала электрода. Впервые показано, что на стеклоуглероде гидрирование ЛК происходит до ВК, причем на селективность процесса оказывает влияние концентрация поверхностных функциональных групп.

Предложен метод получения диальдегида крахмала при электрокаталитическом окислении картофельного крахмала *in situ* генерированным электрохимическим

методом иодатом калия. Определены оптимальные условия процесса на Pb/PbO₂ и графитовом электродах.

Проведены систематические исследования процессов транспорта воды в мезоструктурированных материалах SBA-15 и MCM-41, определяющие скорости процессов катализа и адсорбции с участием этих материалов, методом ЯМР спектроскопии с импульсным градиентом магнитного поля. Обнаружена интенсификация процессов молекулярного транспорта воды при малых значениях загрузки порошковых образцов. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации процессов транспорта в мезопористых порошковых материалах при их использовании как адсорбентов, катализаторов и носителей в гетерогенном катализе.

Впервые получены и охарактеризованы методами электрохимии ИК-, ЯМР-спектроскопии и РСА комплексы платины и никеля, содержащие пинцерный бис((дифенил)фосфинокси)фенил и терминальный (2,1,3-бензотиадиазол-4-ил)-алкинильный лиганды. Полученные комплексы будут протестированы в качестве гомогенных катализаторов восстановления протонов до водорода на следующем этапе проекта.

Получен новый противоопухолевый препарат при взаимодействии цис-дихлородиамминплатины(II) с арабиногалактаном. Препарат передан для дальнейших медицинских испытаний.

Состав коллектива: 33 научных сотрудника лабораторий каталитических превращений возобновляемых ресурсов (зав. лаб. д.х.н. Таран О.П.), молекулярной спектроскопии и анализа (и.о. зав. лаб. к.х.н. Петерсон И.В.) и 2 научных сотрудника лаборатории химии природного органического сырья (зав. лаб. д.х.н. Кузнецов Б.Н.), в том числе 5 докторов наук, 22 кандидата наук, молодых ученых в возрасте до 39 лет – 16.

Показатели: публикации – 22 (WoSc, Sc), в т.ч. Q1 – 6, Q2 – 3; патенты – 1.

Работы по проекту выполнялись в тесном сотрудничестве с институтами Красноярского научного центра СО РАН (ИФ СО РАН, КрасНИСХ, НИИ МПС), научными и образовательными организациями Красноярска (СФУ, СибГУ им. М.Ф. Решетнёва и др.), Новосибирска (ИК СО РАН, ИЦиГ СО РАН, ИГиМ СО РАН, НГТУ и др.), Москвы (НИЦ «Курчатовский институт» ГНЦ РФ, МГУ). Исполнители проекта сотрудничали с зарубежными коллегами из следующих организаций: University of Liverpool, (Ливерпуль, Великобритания), Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux (Бордо, Франция), Universite Claude Bernard Lyon 1, IRCELYON, (Лион, Франция), University of Bingöl, Vocational School of Technical Sciences (Bingöl, Турция), University of Monastir, (Monastir, Тунис), University of Barcelona (Барселона, Испания).

Важнейшие результаты по проекту 0287-2021-0012

Особенности существования эфирных производных бетулина в водных растворах при различных значениях pH и их комплексообразование с γ -циклодекстрином, изученные методом капиллярного электрофореза

Авторы: к.х.н. Сурсыкова В.В., д.х.н. Левданский В.А., д.х.н. Рубайло А.И.

С применением метода капиллярного электрофореза показано, что 3,28-дифталат (ДФБ) и 3,28-дисукцинат бетулина (ДСкБ), являющиеся амфифильными соединениями и слабыми кислотами, при pH=6 и ниже представлены в растворе в виде мицелл (рис. 1а, б). Установлено, что растворимость ДФБ и ДСкБ резко уменьшается с уменьшением pH. Изучено комплексообразование эфирных бетулиновых производных с γ -циклодекстрином (γ -ЦД, рис. 1в), рассчитаны константы устойчивости 1:1 комплексов. Среди ранее исследованных ЦД, γ -ЦД в целом образует наиболее устойчивые комплексы с производными бетулина. Предложено уравнение для расчета граничного значения констант связывания для 1:1 комплексов из электрофоретических данных в том случае, когда константы связывания не могут быть оценены обычным образом. Полученные результаты важны при оптимизации процессов микрокапсулирования производных бетулина за счет образования супрамолекулярных комплексов (комплексов «хозяин-гость») с γ -ЦД для повышения биодоступности этих фармакологически активных соединений, а также для исследования комплексообразования других соединений методом аффинного капиллярного электрофореза по сдвигу подвижности.

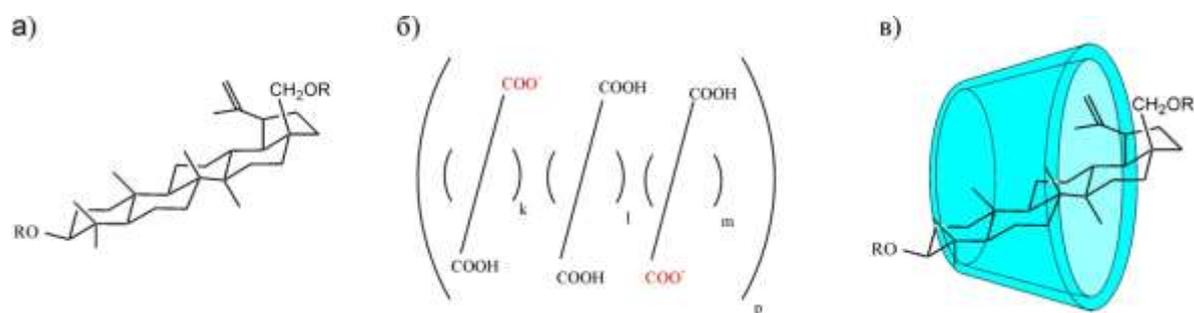


Рисунок 1. Структурная формула исследованных производных бетулина (а), возможное строение мицелл (б) (k и m – 0 или 1, l – 0 или целое число, p – целое число) и схема супрамолекулярного комплекса производных бетулина с ЦД (в). R = -COC₆H₄COOH для ДФБ, R = -COCH₂CH₂COOH для ДСкБ, R = -SO₃H для 3,28-дисульфата бетулина (ДСБ).

Публикации:

1. Sursyakova V.V., Rubaylo A.I // JOURNAL OF SEPARATION SCIENCE. - 2021. - Vol. 44. - № 22. - P. 4200-4203. DOI: 10.1002/jssc.202100507. Q2.S2
2. Sursyakova V.V., Levdansky V.A., Rubaylo A.I. // ELECTROPHORESIS. - 2021. - V.42, № 6. - P.700-707. DOI:10.1002/elps.202000189. Q2.S2

Исследование процессов каталитического выделения и модификации природных полимеров из растительного сырья

Авторы: к.х.н. Маляр Ю.Н., к.х.н. Чудина А.И., к.х.н. Казаченко А.С.

Проведено систематическое изучение процесса выделения гемицеллюлоз из жидких продуктов окислительной делигнификации древесины лиственницы в среде «пероксид водорода – уксусная кислота – вода» в присутствии катализаторов: $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, MnSO_4 , TiO_2 , ZnSO_4 (рис. 1). Процесс окислительной делигнификации в уксусной кислоте позволяет выделять гемицеллюлозы высокой чистоты с высоким выходом до 20,4 мас.% (от массы древесины), со среднемолекулярной молекулярной массой до 22,9 кДа и узким молекулярно-массовым распределением.

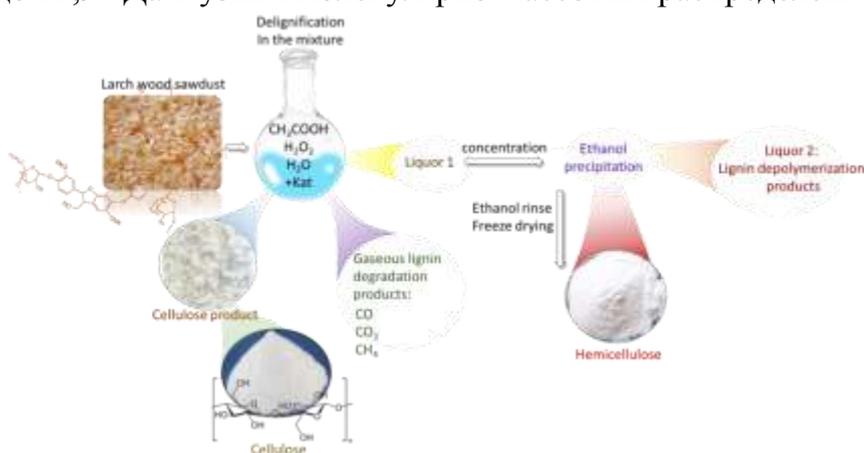


Рисунок 1. Схема процесса каталитической окислительной делигнификации древесины лиственницы в среде «пероксид водорода – уксусная кислота – вода».

Исследовано влияние катализаторов и растворителей в процессе сульфатирования сода-лигнина соломы пшеницы смесью сульфаминовая кислота/мочевина, на выход сульфатов лигнина и содержание в них серы (рис. 2). Оптимальной средой для сульфатирования лигнина является диоксан в присутствии катализатора – мочевины. Сульфатированный лигнин, полученный в среде диоксана, имеет высокое содержание серы (10,1%) и высокую чистоту. Включение сульфатных групп в структуру лигнина подтверждено методами ИК- и ЯМР спектроскопии, гель-проникающей хроматографии.

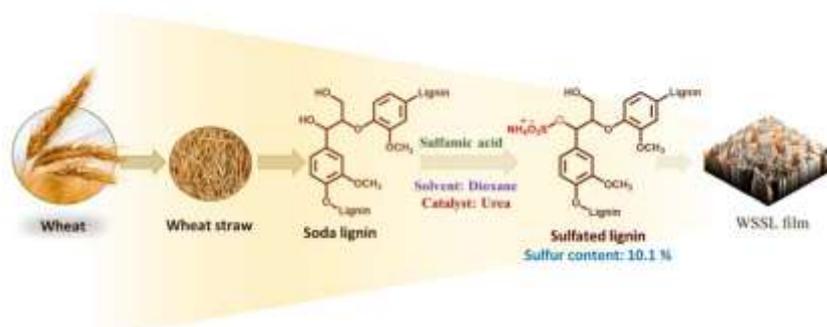


Рисунок 2. Схема процесса сульфатирования сода-лигнина соломы пшеницы смесью сульфаминовая кислота-мочевина.

Публикации:

1. Chudina A.I., Malyar Y.N., Sudakova I.G., Kazachenko A.S., Skripnikov A.M., Borovkova V.S., Kondrasenko A.A., Mazurova E.V., Fetisova O.Y., Ivanov I.P. // BIOMASS CONVERSION AND BIOREFINERY. - 2021. DOI: 10.1007/s13399-021-01833-y. Q1.S2

2. Malyar Yu.N., Kazachenko A.S., Vasilyeva N.Yu., Fetisova O.Yu., Borovkova V.S., Miroshnikova A.V., Levdansky A.V., Skripnikov A.M. // CATALYSIS TODAY. – 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2021.07.033>. Q1.S1

3.2 Проект 0287-2021-0013 «Развитие научных основ формирования функциональных материалов с заданными свойствами на основе сложных оксидных систем и микросфер энергетических зол»

руководитель проекта д.х.н., проф. Анишиц А.Г

Цель работы: определение взаимосвязи химического, фазового составов, морфологии, структурных характеристик сложных оксидных систем и узких фракций микросфер состава $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-FeO}$ и $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-FeO}$, выделенных из летучих зол, как основы для формирования эффективных катализаторов окислительного превращения метана; мембранных материалов для высокоэффективного выделения гелия и водорода из газовых смесей; микросферических адсорбционно активных систем для извлечения из водных сред катионов токсичных металлов; керамических и композитных материалов высокой прочности.

Научная новизна полученных результатов заключается в установлении характера влияния химического, фазового состава, структуры, строения компонентов системы на функциональные характеристики новых микросферических, керамических и композитных материалов. Потенциал практического применения научных результатов определяется их востребованностью в комплексе секторов переработки природного газа, угольной энергетики, химико-металлургических и рудообогатительных производств, строительной индустрии.

Основные результаты

С использованием литературных термодинамических данных показано, что стандартная свободной энергии Гиббса ΔG_n^0 образования фаз Раддлесдена-Поппера (RP) $\text{AO} \cdot (\text{ABO}_3)_n$ вне зависимости от природы катионов А и В подчиняется выражению $\Delta G_{1/n}^0 = 1/n * \Delta G_{RS}^0 + \Delta G_P^0$ (где ΔG_P^0 – ΔG^0 образования чистого перовскита ABO_3 , а ΔG_{RS}^0 – инкремент, соответствующий добавлению слоя АО на n слоев перовскита) на основании которого проведена оценка возможности получения монофазных систем. На примере $(\text{Sr}_{0.8}\text{Gd}_{0.2})_3\text{Co}_2\text{O}_{7-\delta}$ экспериментально изучены условия формирования индивидуальной фазы слоистого кобальтита RP ($n = 2$). С применением специальных приемов, обеспечивающих очень высокие скорости закалки, впервые получены фазы RP ($n = 2$) с различным распределением катионов $\text{Sr}^{2+}/\text{Gd}^{3+}$ по А-позициям кристаллической решетки.

Исследование влияния температурной обработки $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ в интервале 800–1100 °С на структурные характеристики и активность в процессе окислительного превращения метана показали, что с повышением температуры прокаливания $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ происходит уплотнение кристаллической решетки, исчезает пористость частиц, поверхность обогащается ионами Fe^{2+} и формами вне решеточного кислорода, удельная каталитическая активность падает практически до полной дезактивации катализатора после обработки при 1100 °С.

Разработаны алгоритмы и соответствующее программное обеспечение для построения трехмерных потенциальных ландшафтов атомов He и Ne в матрицах произвольных полиморфов кремнезема (как кристаллических, так и стекол) и

расчетов на базе этих ландшафтов основных диффузионных характеристик: коэффициентов растворимости, диффузии, проницаемости и селективности. Разработанное программное обеспечение позволило провести детальное моделирование диффузионных процессов He и Ne в образцах кварцевых стекол пониженной плотности при низких (комнатных) температурах. Установлено, что при определенных степенях расширения кварцевого стекла He переходит в режим аномальной диффузии по типу супердиффузии. Показана принципиальная возможность разработки силикатных мембранных материалов для разделения смеси He/Ne с гелиевой проницаемостью на уровне полимерных мембран, но обладающий большей селективностью в отношении He/Ne, более высокой химической и термической стойкостью.

Получены немагнитные и магнитные узкие фракции дисперсных микросфер системы $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{FeO}$ со средним диаметром глобул в интервале 1–10 μm , перспективные для создания микросферических функциональных материалов. Для немагнитных фракций микросфер содержание SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 составляет 65–70, 23–28 и 2–4 мас. % соответственно; фазовый состав включает аморфную стеклофазу, муллит, кварц и примесь феррошпинели. Магнитные фракции дисперсных ферросфер содержат $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 57-60$, $\text{SiO}_2 - 25-28$, $\text{Al}_2\text{O}_3 - 10-12$ мас. %; фазовый состав представлен Fe-шпинелью, $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$, муллитом, кварцем и аморфной стеклофазой. Сравнительный анализ взаимосвязи концентраций макрокомпонентов, входящих в состав индивидуальных глобул, позволил установить минеральные прекурсоры и маршруты образования дисперсных микросфер различной морфологии. Так, минеральными прекурсорами основной части немагнитных микросфер размером 1–3 μm , включая все пористые глобулы, являются изоморфные смеси смешанослойных минералов ряда « NH_4 -иллит – монтмориллонит» с различной степенью катионного замещения железом, а из K-иллита образуется лишь 30% непористых микросфер. С использованием методов мессбауэровской спектроскопии подтверждено формирование в дисперсных ферросферах наноразмерных частиц метастабильного полиморфа $\epsilon\text{-Fe}_2\text{O}_3$, стабилизация которого осуществляется в матрице SiO_2 за счет резкого охлаждения дисперсных микросфер в процессе образования.

Осуществлен синтез микросферических цеолитных материалов с иерархической микро/макропористой структурой, содержащих фазы цеолитов NaX (FAU), NaP (GIS) и NaA (LTA), для процессов сорбции Cs^+ и Sr^{2+} из водных растворов с использованием ценосфер кольцевого и сетчатого строения в качестве темплата и источника Si и Al. Изучено влияние статического и динамического режима гидротермальной обработки, а также заполнения реакционным раствором внутреннего объема ценосфер с перфорированной оболочкой на получение цеолитного сорбента с преимущественным, более 80%, содержанием фазы цеолита NaX (FAU). Установлено, что основными факторами, способствующими формированию цеолита со структурой фожазита, являются статические условия синтеза, которые обеспечивают создание необходимых локальных концентраций Si и

Al за счет растворения стеклофазы ценосфер с отношением $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, превышающих аналогичную величину для стехиометрического состава цеолита NaX. Для всех цеолитных сорбентов изучены сорбционные свойства в отношении Cs^+ и Sr^{2+} в области низких (0,5–50 мг/г) и высоких (500 мг/л) концентраций. Цеолитные продукты на основе ценосфер кольцевой структуры с содержанием стеклофазы более 90 мас. % демонстрируют наиболее высокие сорбционные параметры, включая максимальную ёмкость по Cs^+ и Sr^{2+} – до 250 и 180 мг/г, коэффициент распределения ~104 и 106 мл/г, степень извлечения – 99,1 и 99,9%, соответственно. Цеолиты на основе сетчатых ценосфер проявляют сорбционную емкость не выше 99 мг/г Cs^+ и 44 мг/г Sr^{2+} , что связано с низким выходом цеолитных фаз из-за более низкого содержания стеклофазы (57,2 мас. %) в составе материала ценосфер и избыточного содержания кремния в стекле по сравнению со стехиометрическим составом низкомодульных цеолитов.

Изучено изменение пористой структуры в процессе твердения композитных материалов на основе тонкодисперсной высококальциевой летучей золы (ВКЛЗ) и влияние на прочностные свойства. Установлено, что для высокопрочных зольно-цементных композитных материалов, содержащих 90% ВКЛЗ и 0,12% поликарбоксилатного суперпластификатора Melflux 5581F, в процессе твердения происходит увеличение объема пор за счет вклада мезопор в интервале 20–500 Å, смещение максимума распределения от 41 до 29 Å, что сопровождается увеличением прочности на сжатие от 35 до 78 МПа. Для ультравысокопрочных композитных материалов с содержанием 80% ВКЛЗ с добавкой 0,3% Melflux 5581F и 5% микрокремнезема развивается дополнительный максимум в распределении размера пор при 31 Å, который коррелирует с появившемся пиком удаления воды при 101 °C и сопровождается увеличением прочности на сжатие от 108 до 137 МПа.

Разработана модель, обеспечивающая приемлемую для прецизионного структурного уточнения аппроксимацию перераспределения электронов в атомах и межатомных связях, на основе атомных оболочек и виртуальных рассеивателей. Методика позволяет улучшить качество и информативность рентгеноструктурного анализа, увеличить надёжность установления системы и силы водородных связей в кристаллах, а также повысить точность определения заполняемости частично- и смешанно-замещённых атомных позиций в структурах переменного состава. Модель успешно опробована на серии монокристаллических рентген-дифракционных данных, для которых показана возможность уточнения позиций и анизотропных тепловых параметров атомов водорода. Полученные в результате уточнения характеристики перераспределения электронной плотности использованы при определении положений атомов водорода и анизотропных тепловых колебаний основных атомов в кристаллической структуре крансвикита $\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_4\text{SO}_4$ по порошковым данным.

Состав коллектива: 14 научных сотрудников лаборатории каталитических превращений малых молекул (зав. лаб. д.х.н. Аншиц А.Г.), в том числе 2 доктора наук, 7 кандидатов наук, молодых ученых в возрасте до 39 лет – 2. **Показатели:** публикации – 12 (WoSc, Sc), в т.ч. Q1,2 – 7. Защищена 1 кандидатская диссертация.

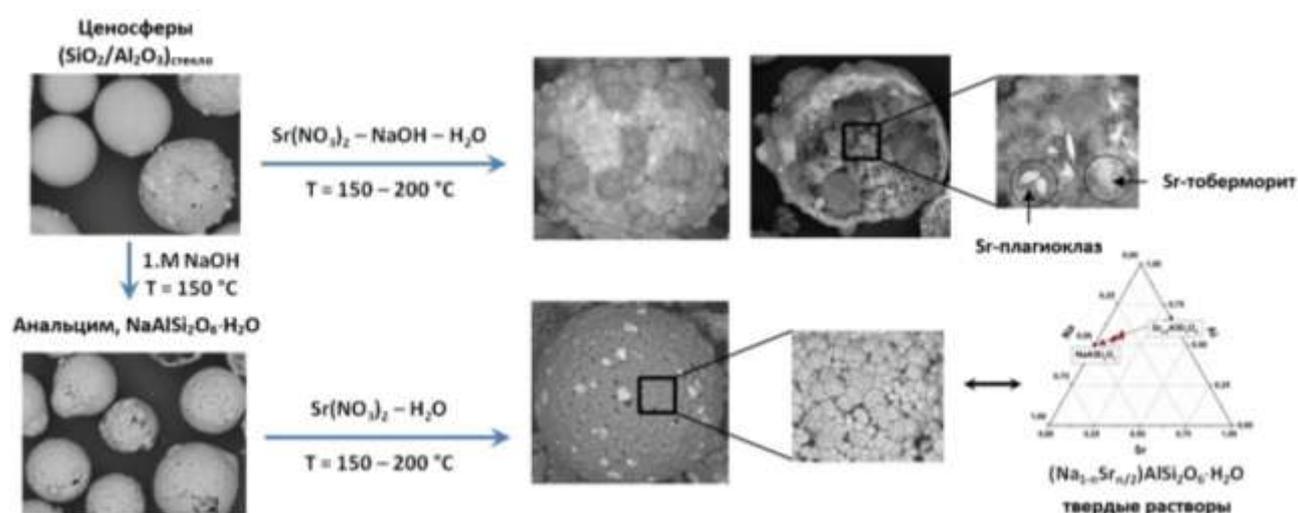
Важнейшие результаты по проекту 0287-2021-0013

Формирование Sr-содержащих фаз в системах $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2\text{-NaOH-H}_2\text{O-(SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{)стекло}$ и $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2\text{-H}_2\text{O-анальцим}$ в гидротермальных условиях как способ иммобилизации Sr-90 в минералоподобной форме

Авторы: д.х.н. Т.А. Верещагина, к.х.н. Е.А. Кутихина, Л.А. Соловьев, к.х.н. С.Н.

Верещагин, д.х.н., проф. А.Г. Анишиц

Впервые в системе $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2\text{-NaOH-H}_2\text{O-(SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{)стекло}$ в гидротермальных условиях при температурах не выше 200 °С осуществлен синтез Sr-содержащих фаз тоберморита и плагиоклаза с использованием в качестве источника Si и Al узкой фракции ценосфер с содержанием стеклофазы около 95 мас. %, при этом процесс кристаллизации сопровождается извлечением Sr^{2+} из раствора с эффективностью до 99,99%.



Условия формирования Sr-содержащих фаз в системах $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2\text{-NaOH-H}_2\text{O-(SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{)стекло}$ и $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2\text{-H}_2\text{O-ANA}$ в гидротермальных условиях

В рамках двухстадийного подхода, включающего (1) синтез на основе ценосфер микросферического цеолита типа анальцим ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6\cdot\text{H}_2\text{O}$, ANA) и (2) его последующую гидротермальную обработку в растворе $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ при 150–200 °С, продемонстрирована возможность включения Sr^{2+} в структуру анальцима путем ионного обмена с образованием фаз $(\text{Na}_{1-n}\text{Sr}_{n/2})\text{AlSi}_2\text{O}_6\cdot\text{H}_2\text{O}$ из серии твердых растворов Na-анальцим–Sr-вайрацит. Установлено, что эффективность сорбционного извлечения Sr^{2+} зависит от его концентрации в растворе и температуры обработки, но не превышает 92%.

Полученные результаты могут являться основой для создания ресурсо- и энергосберегающей технологии иммобилизации Sr-90 в минералоподобной форме как экологически безопасной в условиях долговременного хранения.

Публикации:

Vereshchagina T.A., Kutikhina E.A., Solovyov L.A., Vereshchagin S.N., Mazurova E.V., Anshits A.G. // MATERIALS. – 2021. – V. 14. – P. 5586. DOI: 10.3390/ma14195586. Q1.S2

3.3 Проект 0287-2021-0014 «Исследования физико-химических закономерностей поверхностных явлений и гетерофазных химических превращений в гидрометаллургических процессах переработки природного и техногенного сырья цветных, редких и благородных металлов и получения новых материалов на их основе»

руководитель проекта д.х.н. В.И. Кузьмин

Цель работы: углубленное изучение поверхностных явлений и гетерофазных процессов, в том числе с участием нанодисперсных и шламовых частиц, направленное на развитие научных основ разработки гидрометаллургических и комбинированных технологий переработки сложного, труднообогатимого природного и техногенного сырья цветных, редких и благородных металлов, утилизации промышленных отходов и получения материалов с заданными свойствами.

Основные результаты

В области исследования особенностей строения и свойств ультрадисперсных и наноструктурированных минералов и частиц техногенного происхождения, поверхностных процессов и явлений на границе раздела фаз при флотации, растворении, осаждении и адсорбции:

- установлены механизмы окисления сульфидов с неоднородной поверхностью с дисперсными частицами благородных металлов, определены характеристики процессов выветривания; влияние состава дисперсионных смешанных реагентов на скорость флотации и коэффициенты селективности; закономерности изменений дзета-потенциалов в зависимости от размеров частиц, окисления поверхности сульфидов, связь с реакционной способностью и адсорбцией реагентов; разработана методика растворения упорных платиновых металлов; установлены параметры автоклавного растворения иридия и родия.

В области развития научных основ гидрометаллургических процессов, селективного извлечения, разделения и очистки цветных, редких и благородных металлов, в том числе сорбционных и экстракционных, при переработке природного минерального сырья и техногенных отходов:

- предложены составы бинарных экстрагентов для РЗМ иттриевой группы, обеспечивающие селективность экстракции и реэкстракцию без применения концентрированных кислот; исследовано изменение состава и структурных форм водно-мицеллярного раствора в процессе межфазного разделения бинарного экстрагента на исходные составные компоненты; получены новые данные по экстракции индия из растворов смесями Д2ЭГФК и НА, составу экстрагируемых соединений, найдены оптимальные условия извлечения индия.

В области создания научно-технологических основ получения новых реагентов и материалов для металлургических производств и других областей применения:

- разработаны процессы реакционно-ионообменного синтеза нанопорошков феррита кобальта, допированных переходными металлами (никелем, хромом, медью)

с использованием стабилизатора (декстрана-40); получены данные по гидролизу сульфокатионита Ку-2 в гидротермальных условиях; установлено влияние условий обработки на скорость деструкции и глубину процесса; установлены сведения о характере межмолекулярной ассоциации, подвижности структурных фрагментов, механизме проникновения молекул растворителя в полимероподобную матрицу углей; установлены данные по анионообменным свойствам полукокса, полученного термохимической обработкой бурых углей (карбанионита); определена емкость анионита по хлорид-, бромид- и нитрат-ионам и другие характеристики.

Результаты, полученные при выполнении работ по проекту, могут быть использованы для разработки и совершенствования процессов: обогащения минерального сырья, в частности, флотации сульфидов и разделения минералов по их плотности; вскрытия металлов платиновой группы. Одним из важных достижений, которое также может найти практическое применение, является экстракционное разделение редкоземельных металлов с использованием новых бинарных экстрагентов, не требующее использования в процессе концентрированных минеральных кислот.

Состав коллектива: 34 научных сотрудника лабораторий гидрометаллургических процессов (зав. лаб. д.х.н. Кузьмин В.И.) и минеральных ресурсов (зав. лаб. д.т.н. Михайлов А.Г.), в том числе 7 докторов наук, 20 кандидатов наук, молодых ученых в возрасте до 39 лет – 13.

Показатели: публикации – 26 в т.ч. 23 (WoSc, Sc), в т.ч. Q1 – 6, Q2 – 3; патенты – 1. Защищена 1 докторская диссертация.

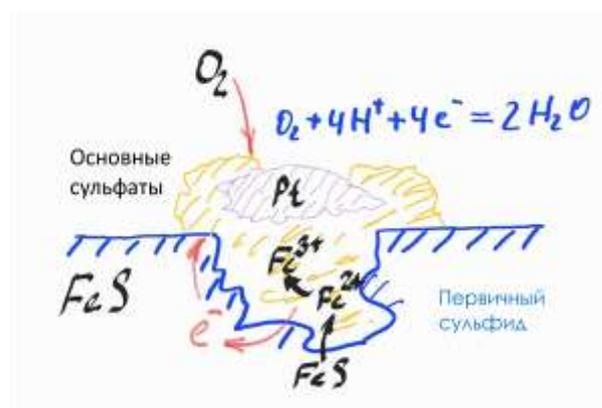
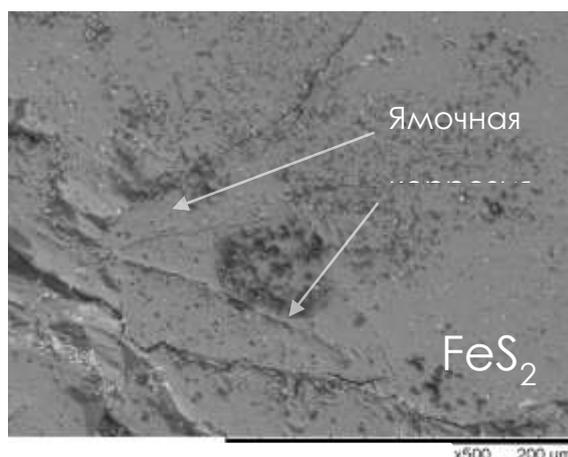
Важнейшие результаты по проекту 0287-2021-0014

Коррозия сульфидов в условиях гипергенеза

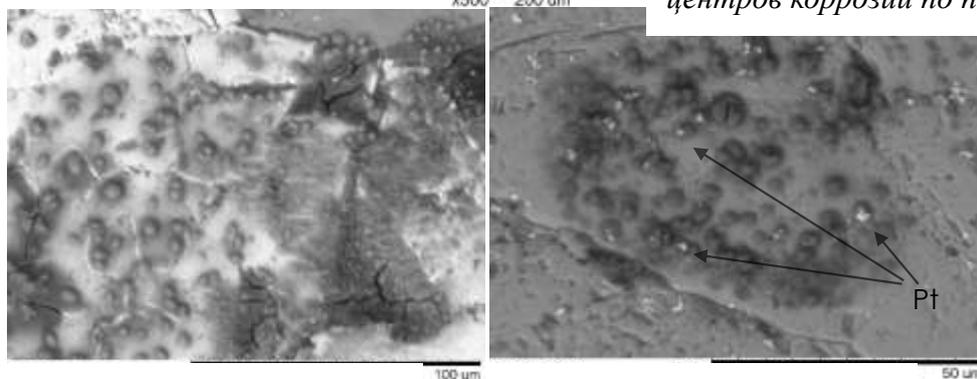
при каталитическом ускорении дисперсными включениями

Авторы: д.т.н. Брагин В.И., к.т.н. Бурдакова Е.А., к.т.н. Усманова Н.Ф.

Установлены механизм опережающего высвобождения дисперсных частиц платины из сульфидной матрицы с резким уменьшением доли платины в зернистых классах и концентрация ее в шламе. Существенно при этом, что платина перераспределяется в шлам еще до того, как полностью окислены минералы носители – сульфиды цветных металлов и железа.



Рисунки - Неоднородное распределение центров коррозии по поверхности сульфида



В результате создания электрохимической неоднородности в окрестности дисперсных включений, в присутствии в жидкой фазе галогенид-ионов, развивается питтинговая коррозия сульфидного минерала, при этом зерна МПГ высвобождаются и переходят в шламовую фракцию с большей скоростью, чем основные составляющие сульфидной матрицы. Факторами, контролирующими процесс, являются электрический контакт частицы с поверхностью, наличие влаги и галогенид-ионов.

Публикации:

Bragin V.I., Burdakova E.A., Usmanova N.F., Kinyakin A.I. Comprehensive assessment of flotation reagents by their influence on metal losses and flotation selectivity // Russian Journal of Non-Ferrous Metals. – 2021. – V. 62, Is.6. – P. 629-636. DOI: 10.3103/S1067821221060055

3.4 Проект 0287-2021-0017 «Физико-химические основы новых экологически безопасных и ресурсосберегающих методов направленной трансформации возобновляемых растительных полимеров (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз) в востребованные функциональные полимеры, нанокompозитные материалы и ценные химические продукты»
руководители проекта: д.х.н., проф. Кузнецов Б.Н., д.х.н. Чесноков Н.В.

Цель исследований: создание физико-химических основ новых экологически безопасных и ресурсосберегающих методов каталитического окислительного и восстановительного фракционирования лигноцеллюлозной биомассы с получением ценных химических продуктов из целлюлозы, лигнина и гемицеллюлоз, химической модификации биополимеров для придания им новых полезных свойств, синтеза на их основе, органических гелей и нанопористых сорбентов для различных областей применения.

Результаты выполненных исследований по созданию новых экологически безопасных и ресурсосберегающих методов переработки возобновляемой лигноцеллюлозной биомассы с получением нанофибриллированных целлюлоз, фенольных веществ, биологически активных соединений и сульфатированных полисахаридов, органических гелей, пористых углеродных материалов могут быть использованы при производстве функциональных полимеров и композитов, топливных присадок, в химической и пищевой промышленности, медицине, ветеринарии, охране окружающей среды и других областях.

Основные результаты:

Разработан новый метод получения нанофибриллированной целлюлозы (НФЦ) из древесины сосны, использующий каталитическую пероксидную делигнификацию древесины в среде «муравьиная кислота-вода» при температуре 90 °С и активирующие микроволновую и ультразвуковую обработки. Преимущества предложенного метода по сравнению с известными, заключаются в сокращении числа технологических стадий и в отсутствии вредных серу и хлор-содержащих делигнифицирующих агентов. Состав и строение образцов НФЦ установлены методами ИКС, РФА, СЭМ и ДРС. Морфология, средняя величина нановолокон и их распределение по размерам зависят от условий пероксидной делигнификации древесины и применения микроволновой и ультразвуковой активации. Водные суспензии всех образцов НФЦ имеют хорошую коллоидную устойчивость, что обусловлено высоким поверхностным зарядом наноцеллюлозных частиц.

Установлены кинетические закономерности процесса окислительной деполимеризации кислородом крафт лигнина и этанолигнина пихты и сосны в водно-щелочной среде при температуре 150 °С в присутствии катализаторов Pt/TiO₂ и Au/TiO₂. В этих условиях катализатор Pt/TiO₂ интенсифицирует реакции дальнейшего окисления образующихся из лигнина ароматических соединений в легкую алифатику. В отличие от этого, катализатор Au/TiO₂ промотирует реакции конденсации, способствующие образованию ароматических соединений.

Осуществлен подбор оптимальных характеристик бифункционального катализатора 3 % Ru/углерод (удельная поверхность 300 м²/г, объем пор 0,37 см³/г, средний размер частиц Ru 1,19 нм, рН_{ТНЗ} 7,12) обеспечивающих высокий выход жидких продуктов (82,8 % мас.) при 300 °С. По данным ГХ-МС продукты восстановительной деполимеризации этаноллигнина в основном представлены мономерными метоксифенолами, среди которых преобладают производные сиригнола и гваякола.

Проведена экспериментальная и численная оптимизация процессов экстракционного выделения таннинов и этаноллигнина из коры кедр. Показана возможность увеличения в 2 раза выхода биологически активного бета-ситостерина при экстракции гексаном коры сосны, предварительно активированной мехообработкой в барабанной мельнице или взрывным автогидролизом. Механохимическими методами получены новые композиционные материалы, на основе биологически активного дипропионата бетулина и смешанные кристаллы труднорастворимого бетулина с субериновой и адипиновыми кислотами, обладающие лучшей, чем исходные соединения, растворимостью в воде и биодоступностью.

Разработаны новые эффективные методы синтеза биологически активных сульфатированных полисахаридов различной природы (производные целлюлозы, хитозан, ксилан, ксантан, арабиногалактан, крахмал, гуар-гам, галактоманнан, галактоглокоманнан), основанные на использовании нетоксичных смесей сульфаминовой кислоты и мочевины в органических растворителях. Показана возможность использования расплава смеси сульфаминовая кислота/мочевина для сульфатирования арабиногалактана и ксилана, выделенных, соответственно, из древесины лиственницы и березы.

Разработаны новые методы синтеза пористых органических ксерогелей на основе сульфатированного этаноллигнина сосны и гидролизного лигнина с использованием формальдегида и фурфуролового спирта в качестве сшивающих агентов. Показана возможность регулирования состава, плотности, пористой структуры и строения лигнин-содержащих ксерогелей путем вариации природы связующего агента, содержания лигнина в реакционной смеси и использования добавок таннинов, выделенных из коры.

Показано, что путем предварительного допирования коры пихты и кедр различными соединениями (KCl, K₃PO₄, ZnCl₂, графит) можно регулировать выход и физико-химические характеристики пористых углеродных материалов, получаемых карбонизацией модифицированной коры.

Разработанные методы получения востребованных продуктов из древесины и коры имеют перспективы применения при производстве новых функциональных полимеров и композитов, топливных присадок, в химической, пищевой и фармацевтической промышленности, медицине, ветеринарии, охране окружающей среды.

Состав коллектива: 22 научных сотрудника лабораторий химии природного органического сырья (зав. лаб. д.х.н. Кузнецов Б.Н.), физико-химических методов

исследования материалов (зав. лаб. д.х.н. Чесноков Н.В.) и 4 научных сотрудника лаборатории КПВР (зав.лаб. д.х.н. Таран О.П.), в том числе 5 докторов наук, 16 кандидатов наук, молодых ученых в возрасте до 39 лет – 5.

Показатели: публикации – 26, в том числе 20 (WoSc, Sc), из них Q1,2 – 12; патенты – 4.

4. СВЕДЕНИЯ О ЛАБОРАТОРИЯХ

4.1 Лаборатория гидрометаллургических процессов

Основные направления деятельности лаборатории: Исследования физико-химических закономерностей поверхностных явлений и гетерофазных химических превращений, создание процессов и комбинированных методов переработки минерального, техногенного и вторичного сырья.

Кадровый состав: в составе лаборатории – 39 сотрудников в т.ч. 4 – совместителя. Из общего числа штатных сотрудников: 25 - научные сотрудники, 10 – ИТР, из них: 13 сотрудников в возрасте до 39 лет (11 – научные сотрудники, 2 – ИТР). 5 - докторов наук; 15 – кандидатов наук.

Приборы и оборудование:

- Рентгенофлуоресцентный энергодисперсионный анализатор (Россия)
- Фотоэлектронный спектрометр UHV Specs (Германия), ЦКП
- Электрокинетический анализатор SurPASS 3 для измерения дзета-потенциала твёрдых образцов (Австрия), ЦКП
- Автоматизированный оптический анализатор ОСА 15ЕС (Германия)
- Анализатор Malvern Zetasizer Nano ZS (Великобритания)
- Видеокамера машинного зрения CP70-1-M-1000 (Германия)
- Высокочувствительный оптоволоконный спектрометр AvaSpec-ULS2048L-USB2 (Россия)
- Криостат LOIP FT-211-25 (криотермостат жидкостный) (Россия)
- Мультимедовый атомносиловой туннельный микроскоп Solver P47 (Россия)
- Потенциостат (гальваностат) ЕС301 (Великобритания)
- Спектрометр-радиометр гамма-излучения МКГБ-01 (Россия)
- Вискозиметр (Россия)

Проекты и гранты:

- **Проект РФФИ № 20-43-242903 (р_мк_Красноярск) «Сульфидно-гидроксидные минералы семейства валлериита как 2D материалы: особенности строения, свойств, механизма образования и процессов переработки», руководитель - д.х.н., профессор Ю.Л. Михлин.**

В рамках этапа 2021 года изучены композиты, состоящие из двумерных сульфидных и гидроксидных слоев - минералы группы валлериита $(\text{Cu,Fe})\text{S}_2\text{n}(\text{Mg,Al,Fe})(\text{OH})_2$ и точилинита $\text{FeSn}(\text{Mg,Al,Fe})(\text{OH})_2$, и их синтетические аналоги. Удалось впервые синтезировать в гидротермальных условиях чистые фазы валлериита и точилинита в виде частиц толщиной 10-20 нм и 50-200 нм в латеральном измерении, а также их коллоидные растворы. Материалы исследованы методами РФА, ПЭМ, РЭМ, РФЭС, отражательной спектроскопии характеристических потерь энергии электронов (СХПЭЭ/REELS), мёссбауэровской, рамановской спектроскопии, магнитными SQUID измерениями, ДТА, расчетами DFT. Коллоидные растворы изучены с помощью динамического рассеяния света, дзета—потенциала и оптической спектроскопии. Показаны возможности управления составом и свойствами композитов, варьируя соотношение прекурсоров, и допирования другими металлами. Например, при введении алюминия доля Fe в гидроксидных слоях (45% - 10%) снижается и растет в сульфидных, причем в точилините уменьшается соотношение $\text{Fe}(+3)/(+2)$ (рисунок 1).

Электронные и магнитные свойства композитов (в частности, магнитное упорядочение при понижении температуры) определяются, в основном, сульфидными слоями (ширина запрещенной зоны около 0.4 эВ), но существенно зависят от гидроксидных, прежде всего, от распределения железа. Так, максимумы поглощения при 400-700 нм в оптических спектрах зольей смещаются в длинноволновую область с ростом доли «гидроксидного» железа, как и максимумы потерь в СХПЭЭ. Вероятно, поглощение объясняется квазистатическим диэлектрическим, а не поверхностным плазмонным резонансом, и требует дальнейшего исследования. Отрицательный дзета-потенциал коллоидных частиц не зависит от pH и увеличивается по модулю при введении Al. Результаты указывают, что гидроксидные слои несут отрицательный заряд, а сульфидные - заряжены положительно.

Валлериит Кингашского Cu-Ni месторождения, ассоциированный с магнетитом и серпентинами, почти не содержит Al и отличается преимущественно двухвалентным Fe в гидроксидных слоях. При нагревании в воздухе оксиды серы не улетучиваются, а реагируют с гидроксидными группами.

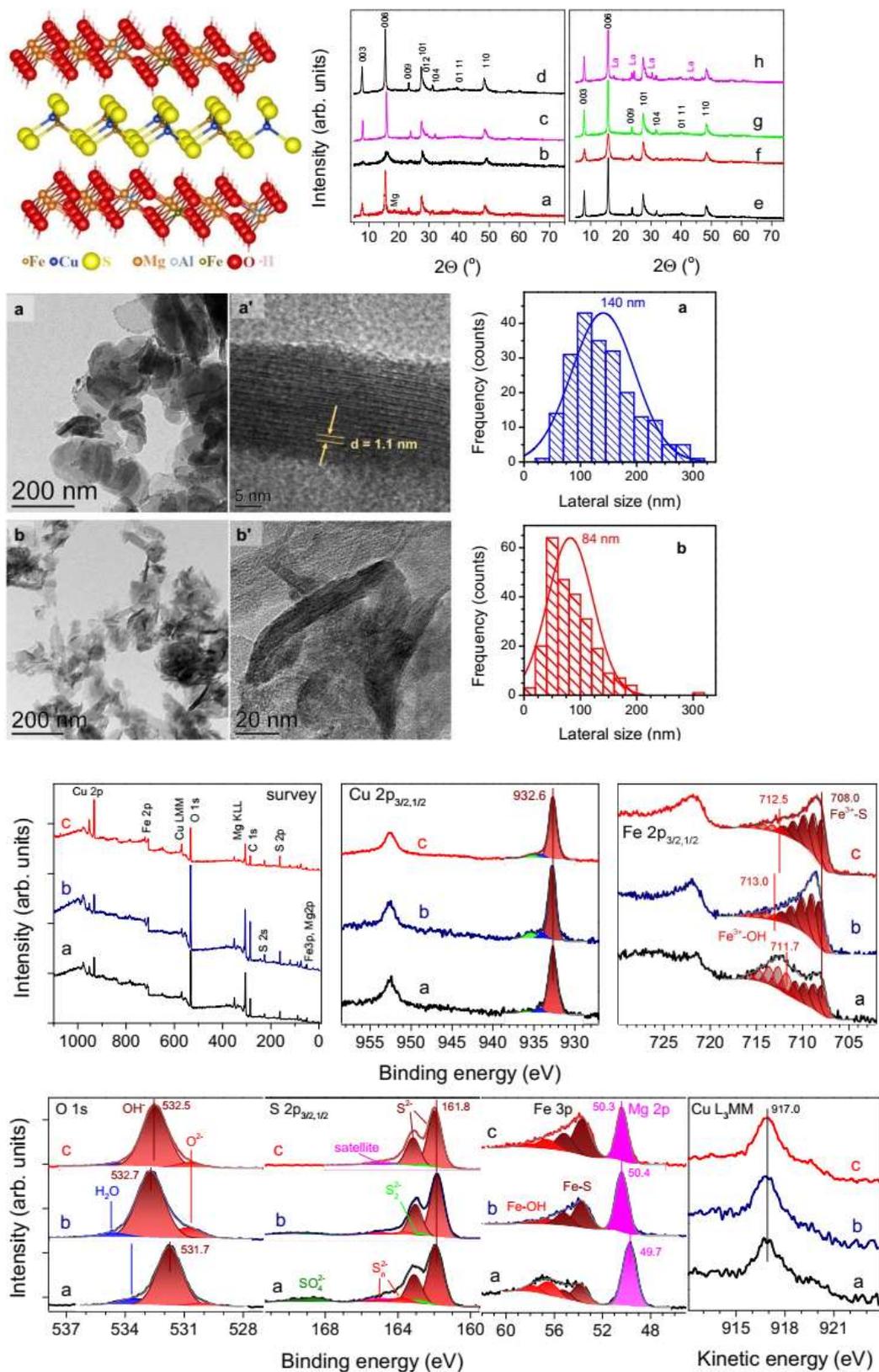


Рисунок 1 - Схема слоистой 2D структуры, рентгеновские дифрактограммы и типичные ПЭМ изображения наночастиц валлериита, синтезированных при разных соотношениях прекурсоров и при допировании Al, Cr, Co, La

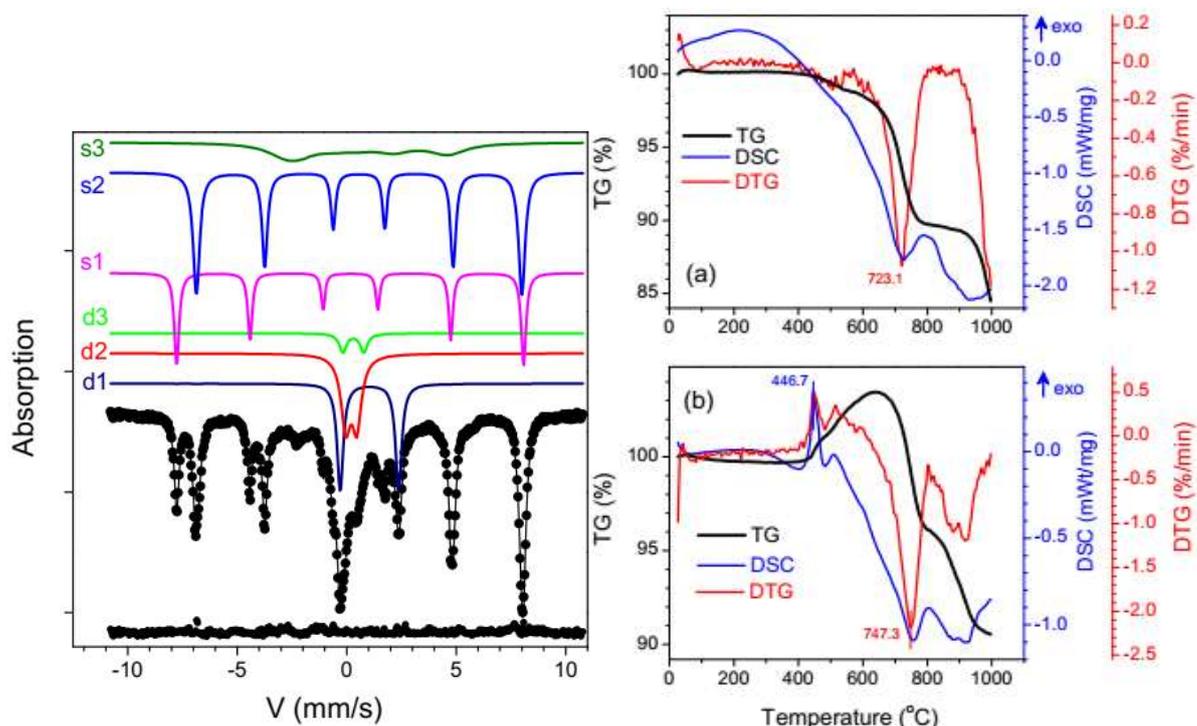
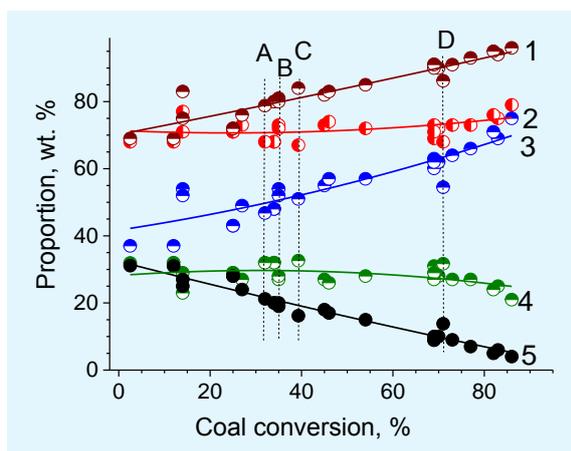


Рисунок 2 - Экспериментальный ^{57}Fe Мёссбауэровский спектр валлериит-содержащей Кингашской руды, измеренный при 25 °С, и результаты его подгонки линиями магнетита (секстеты s1 и s2), валлериита (дублеты d1 d2) и серпентина (d3, s3) (слева). Справа – ТГ, ДТА и ДСК кривые образца, измеренные в инертной атмосфере (a) и в присутствии 20 % кислорода (b)

Дзета-потенциал минеральных дисперсий отрицателен для крупных частиц (+75 мкм), и положителен при тонком измельчении из-за шламов серпентинов. Таким образом, композиты типа валлериита представляют новый перспективный класс 2D материалов с разнообразными и контролируемыми электронными, оптическими, магнитными, поверхностными свойствами, которые необходимо учитывать также в технологиях обогащения и химико-металлургической переработки валлериит-содержащих руд.

- **Проект РФФИ № 19-53-44001 (Монг_т) «Создание фундаментальных основ процесса сольвентной деполимеризации органического вещества углей с получением поликонденсированных ароматических углеводородов как сырья для производства углеродных материалов», руководитель - д.х.н., профессор П.Н. Кузнецов.**

Получены новые экспериментальные данные по термическому растворению углей России и Монголии различной стадии метаморфизма с использованием растворителя ароматической природы - фракции смолы коксования (СК). Определены основные кинетические показатели при вариации параметров процесса: температуры, времени термической выдержки, соотношения уголь/растворитель (рисунок 1). Сформулированы рекомендации по оптимизации параметров процесса термического растворения углей для селективного получения растворимых продуктов.



Notation: 1-quinoline-solubles; 2-toluene-solubles; 3- α_2 -quinolinesolubles, but toluene insolubles; 4- α - toluene insolubles; 5- α_1 -quinolineinsolubles.

Binary blends of different coals:

A – brown coal + gaseous fat coal

B- fatcoal+coking coal

C- fatcoal+lean coal

D- fatcoal+gaseous fat coal

Рисунок - Групповой состав экстрактов сольволиза различных углей в зависимости от степени превращения органического вещества

В результате каталитического гидрооблагораживания технических углеводородных фракций, получаемых в процессах угле- и нефтепереработки (тяжелой смолы полукоксования и смолы коксования углей, тяжелого газойля каталитического крекинга нефтяной фракции) установлено уменьшение содержания гетероатомов, в том числе кислорода, и возрастание содержания водорода в продуктах гидрооблагораживания угольных смол.

Для низкотемпературного процесса растворения угля установлена общая закономерность: предварительное гидрооблагораживание растворителей повышало степень превращения органической массы углей в толуол- и хинолин-растворимые вещества. Наиболее существенно гидрооблагораживание влияет на эффективность смолы полукоксования в следствие её деоксигенации.

Впервые показано влияние гидрооблагораживания растворителей на пластичные свойства продуктов. Экстракты, полученные при превращении угля в гидрооблагороженных СПК и СК, обладали пластичными свойствами. Гидро- и термооблагораживание нефтяного газойля слабо влияло на свойства экстрактивного продукта.

Установлены особенности группового и молекулярного состава и надмолекулярного строения продуктов, полученных в различных растворителях, с применением комплекса химических и физических методов: дробного фракционирования растворителями, ИК-спектроскопия с Фурье преобразованием, ЯМР-спектроскопии, ЭПР, рентгенофазового и термического анализов. Показана согласованность характеристик продуктов и углей, полученных разными физико-химическими методами.

• **Проект РФФИ № 20-43-243003 (p_mol_a) «Квантовохимическое моделирование механизмов образования и превращений, а также спектральных характеристик дисульфидных комплексов Pd(II), Pt(II), Pt(IV) и Au(III) в водных солянокислых раствора», руководитель - А.И. Петров.**

Цель проекта - разработка эффективной методологии расчета констант равновесий, спектроскопических свойств и механизмов для хлоридных и дисульфидных комплексов Pd(II), Pt(II), Au(III), Pt(IV).

В живых клетках тиол/дисульфидное равновесие (RSH/RSSR) играет важную роль в стабильности и реактивности белков, антиоксидантной защите организма, передаче сигналов и транспортировке ионов металлов. Координационная химия палладия и платины важна для разработки противораковых препаратов, механизмы действия которых связаны с тиол-дисульфидным статусом. Взаимодействие между комплексами палладия и платины с серосодержащими молекулами также играет важную роль в катализе, разделении, очистке и анализе металлов платиновой группы. Структуры исследуемых дисульфидов представлены на схеме 1.

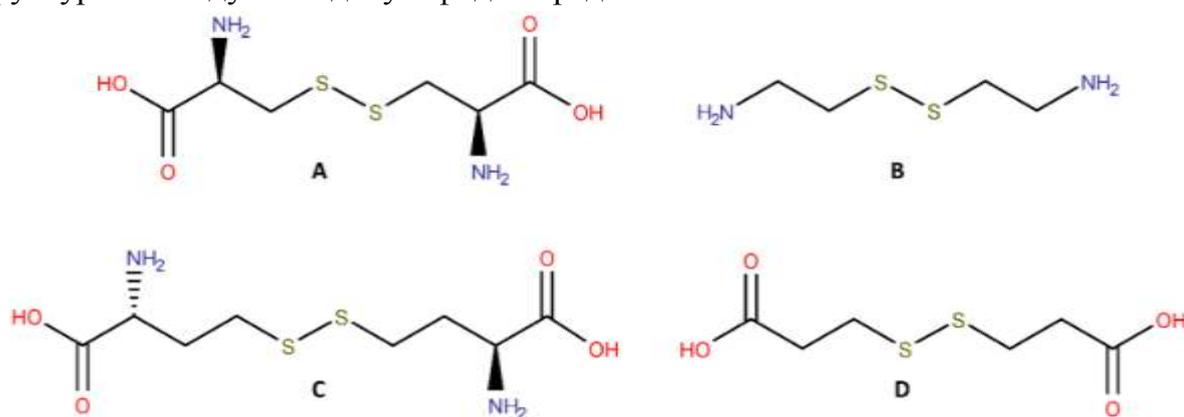


Схема 1 - Структуры L-цистина (A), цистамина (B), D,L-гомоцистина (C) и 3,3'-дитиодипропионовой кислоты (D)

При исследовании взаимодействия ионов d-металлов с органическими дисульфидами в водных солянокислых растворах возникает проблема установления состояния дисульфидной связи. Это связано с тем, что координационная химия дисульфидов не ограничивается только комплексообразованием и сопряжена с окислительно-восстановительными процессами (Схема 2). Направление реакции в первую очередь зависит от природы металла. При взаимодействии дисульфида с $[PtCl_4]^{2-}$ протекает реакция окислительного присоединения с образованием тиольного комплекса Pt(IV) или биядерного комплекса Pt(II). Когда дисульфид взаимодействует с $[PdCl_4]^{2-}$, возможно образование либо S,S'-биядерного комплекса Pd(II), либо диспропорционирование дисульфида до тиольных и сульфидных комплексов Pd(II). При взаимодействии дисульфидов с $[AuCl_4]^-$ происходит их окисление до сульфоновой кислоты и образование элементарного золота. Образование S,S'-биядерных комплексов является критическим моментом для определения направления реакции.

На первом этапе мы протестировали широкий набор функционалов плотности (*PBE0-D3*, *TPSSH-D3*, *M06*, *M11*, *MN15*, *revM06*, *revM11*, *APF*, *M11-L*, *MN15-l*) с целью выбора наиболее корректно описывающего метода расчета. На основе сопоставления рассчитанных и экспериментальных структур определено, что функционалы

плотности PBE0-D3, MN15, revM11 наиболее точно описывают хлоридные и дисульфидные комплексы Pd(II), Pt(II), Au(III), Pt(IV), а также исходные дисульфиды.

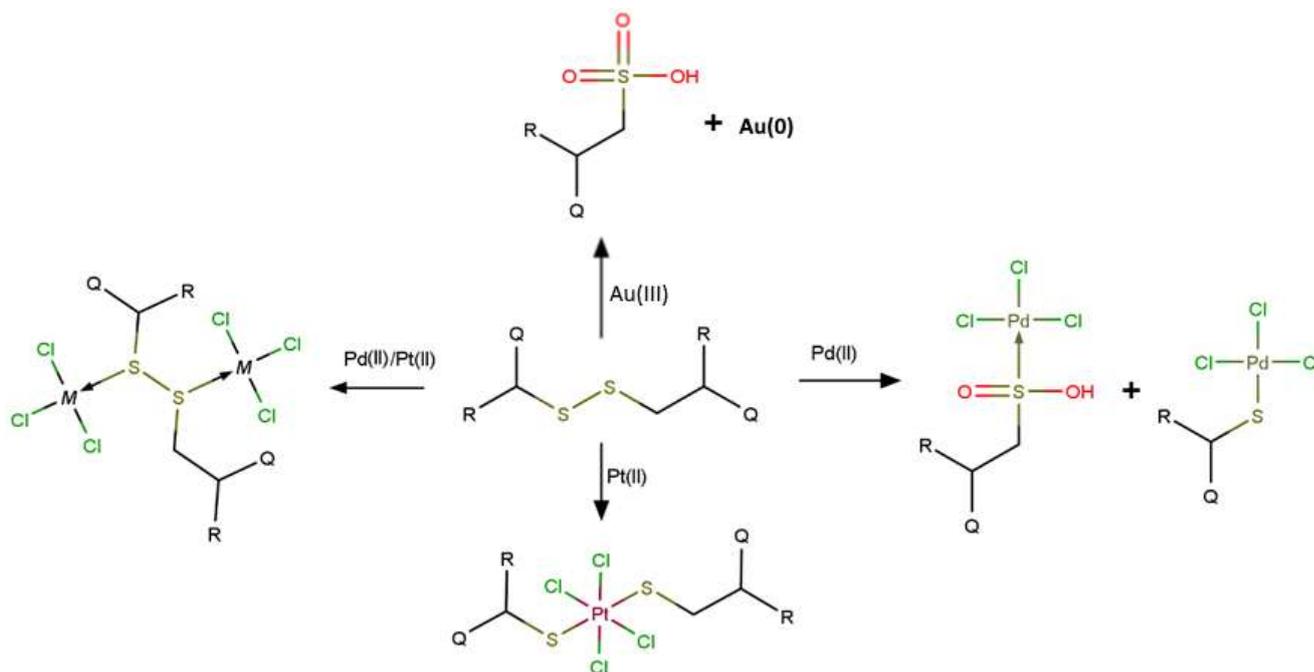


Схема 2 - Пути взаимодействия дисульфидов с Pd(II), Pt(II) и Au(III) в водных солянокислых растворах

В ходе предыдущих исследований нами обнаружено, что DFT расчет констант равновесий с участием анионных комплексов d-металлов плохо воспроизводит экспериментальные данные. Такое поведение связано с сильным взаимодействием между анионом и растворителем (водой). В связи с тем, что в выбранных условиях ($C_{\text{HCl}} > 0,1 \text{ M}$) в реакции с дисульфидами вступают анионные комплексы: $[\text{PtCl}_4]^{2-}$, $[\text{PdCl}_4]^{2-}$, $[\text{AuCl}_4]^-$ необходимо корректно моделировать равновесия с участием анионных комплексов металлов. Их образование выбрано в качестве референса. Для этого выполнено DFT/PBE0-D3/Def2-TZVPD/SMD моделирование термодинамики образования хлоридных комплексов Pd(II), Pt(II), Au(III), Pt(IV) с учетом специфической сольватации всех участвующих частиц. В расчетах использовался стандартный термодинамический цикл: комплексообразование в вакууме и сольватация/десольватация исходного состояния и полученных комплексов. Проанализировано более 50 вариантов сольватационных схем: $[\text{M}(\text{H}_2\text{O})]^{n+} \cdot m\text{H}_2\text{O} + 4\text{Cl}^- \cdot k\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow [\text{MCl}_4]^{n-} \cdot j\text{H}_2\text{O} + i\text{H}_2\text{O}$. Установлено, что системы Pd(II), Pt(II), Au(III) – хлорид наиболее корректно описывает модель: $[\text{M}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+} \cdot 14\text{H}_2\text{O} + 4\text{Cl}^- \cdot \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow [\text{MCl}_4]^{2-} \cdot 14\text{H}_2\text{O} + 4(\text{H}_2\text{O})_2$. Учитывая специфическую и не специфическую сольватации возможно достаточно точно (± 2 лог. ед.) рассчитать константы устойчивости анионных комплексов в растворах.

Ранее нами продемонстрировано применение раствора 3,3'-дитиодипропионовой кислоты в изоамиловом спирте и сорбента на ее основе для экстракции и сорбции Pd(II), Pt(II) из солянокислых растворов. DFT/PBE0-D3/Def2-SVP расчеты

термодинамики экстракции и сорбции Pd(II) и Pt(II) 3,3'-дитиодипропионовой кислотой показал, что происходит стабилизация S,S'-биядерных дисульфидных комплексов Pd(II) и Pt(II), а реакция окислительного присоединения Pt(II) становится термодинамически не выгодной в случае экстракции (растворитель пентанол). В отсутствие органического растворителя протекает реакция окислительного присоединения в случае Pt(II) и реакция диспропорционирования в случае Pd(II). Сорбции Pt(IV) и Au(III) не обнаружено, однако экстракция Pt(IV) возможна, что согласуется с экспериментальными данными. Из этого следует, что направление взаимодействия дисульфидов с ионами d-металлов можно контролировать с помощью выбора растворителя.

Полученные ранее экспериментальные спектрофотометрические данные для дисульфидных комплексов Pd(II) и Pt(II) дополнены теоретически рассчитанными электронными спектрами поглощения с использованием метода TD-DFT. Проведен их анализ и показано, что функционал CAM-B3LYP наилучшим образом воспроизводит экспериментальные спектры поглощения (± 0.15 eV). Продемонстрировано, что тиольные комплексы Pd(II), образующиеся в ходе реакции диспропорционирования дисульфида, находятся в двух формах: $[\text{PdCl}_3\text{L}]$ и $[\text{Pd}_2\text{S}_2\text{L}_2]$. Электронные спектры поглощения в системах Pt(II)-дисульфид описываются суммой двух комплексов: $[\text{Pt}_2\text{Cl}_6(\text{R-SS-R})]$ и $[\text{PtCl}_4(\text{S-R})]$. Для всех комплексов преобладающими переходами являются переходы с переносом заряда от металла к лиганду между d-орбиталями металла и π -орбиталями серы: $d(\text{M}) \rightarrow \pi(\text{S})$. Дисульфидных комплексов золота в растворах не обнаружено.

Таким образом на основании выполненных расчетов показано, что комбинация DFT расчетов термодинамики взаимодействия и TD-DFT расчетов спектральных свойств может быть эффективно применена для определения химических форм в растворах. Уровень DFT/TD-DFT/CAM-B3LYP/Def2-SVP/SMD может быть рекомендован для предсказания оптических свойств серосодержащих комплексов Pd(II) или Pt(II), а уровень DFT/PBE0-D3/Def2-SVP/SMD/Def2-TZVPD/PBE0-D3 для расчета структурных данных и термодинамики комплексообразования.

Международное сотрудничество:

- Институт химии и химической технологии Монгольской академии наук. Проект РФФИ с Монг_т № 19-53-44001\19 «Создание фундаментальных основ процесса сольвентной деполимеризации органического вещества углей с получением поликонденсированных ароматических углеводородов как сырья для производства углеродных материалов» (2019-2022 гг.)

Зарубежный партнер: Институт химии и химической технологии Монгольской академии наук (Ul. Mira, 4, Ulan Bator 210351, Монголия)/

Координаторы работ:

д. х. н. П.Н. Кузнецов (ИХХТ СО РАН);

г. н. с. Б. Авид (ИХХТ МАН).

Проект направлен на решение фундаментальной научной задачи создания физико-химических основ процесса сольвентной деполимеризации органической массы углей с образованием поликонденсированных ароматических углеводородов, необходимых для получения новых углеродных материалов. Ведутся работы по установлению закономерностей влияния состава и структуры органического вещества природных углей на их реакционную способность по отношению к растворителям с различными сольватирующими свойствами в мягких условиях и созданию селективного процесса получения целевых продуктов – концентратов полиароматических углеводородов как сырья для производства углеродных материалов.

В результате реализации проекта в 2021 году опубликовано 6 статей

- Шаньдунский университет науки и технологий, Циндао, Шаньдун 266590, Китай (инициативные научные исследования по теме термохимические превращения углей).

Зарубежный партнер:

Шаньдунский университет науки и технологий, Циндао, Шаньдун 266590, Китай

Координаторы работ:

- д. х. н. П.Н. Кузнецов (ИХХТ СО РАН);

- со стороны Китая: проф. Хинг Фан (Xing Fan) (Шаньдунский университет науки и технологий)

Тематика работ: исследование термохимических превращений углей в ценные химические продукты с применением методов анализа, имеющихся у китайских партнеров.

В результате реализации проекта в 2021 году опубликовано 2 статьи.

4.2 Лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов

Основные направления деятельности лаборатории:

- Разработка новых подходов и научных основ приготовления эффективных катализаторов с наночастицами переходных металлов, нанесенных на пористые подложки; разработка новых методов приготовления пористых углеродных материалов из природных графитов, антрацитов и растительных полимеров.

- Выделение и химическая модификация природных полимеров с получением новых востребованных биологически активных полимеров и композиционных материалов.

Кадровый состав: всего сотрудников – 22, из них научных сотрудников – 18. Докторов наук – 3 и кандидатов наук – 9. Сотрудников до 39 лет – 8.

Приборы и оборудование:

- Потенциостат/гальваностат FRA BIOLOGIC VSP-300 с усилителем мощности и аппаратом вращающегося диска с кольцом

- Комплекс высокоэффективной жидкостной хроматографии 1260 Infinity II
- Жидкостный хроматограф Милихром А-02
- Ультрацентрифуга настольная Optima MAX-XP (Beckman, США)
- Мультидетекторная система гель-проникающей хроматографии Agilent 1260 Infinity MDS (Agilent, Германия)
- Планетарная микромельница PULVERISETTE 7 premium line (Fritsch, Германия)
- Дифрактометр X'Pert PRO с детектором PIXcel (PANalytical), СФУ
- Рентгенофлуоресцентный спектрометр Axios Advanced (PANalytical, Нидерланды), СФУ
- Реакторная система автоклавного типа R-201(100 мл) Chem.Re.SYStem (Республика Корея)
- Пилотная экстракционная установка для переработки растительного сырья (400 л, 100 °С)
- Комплект оборудования для переработки растительного сырья (молотковая МОЛОТ-800 и роторно-ножевая РМ -120 мельницы, вибросепаратор VPM-0,4*2, виброгрофот ГР-30, аспирационная машина ВС-1)

Проекты и гранты:

- **Проект РНФ № 21-73-20269 «Дизайн и физико-химические исследования новых наноразмерных наноструктурированных катализаторов для процессов переработки растительных полисахаридов в ценные химические продукты», руководитель - д.х.н., профессор РАН. О.П. Таран.**

Результаты 2021 г.:

Приготовлены и изучены набором физико-химических методов бифункциональные Ru-содержащие катализаторы на основе кислотномодифицированных (окисленных или сульфированных) мезопористых мезоструктурированных углеродных носителей Сибунит и СМК-3. При возрастании количества и силы кислотных центров катализатора наблюдается снижение размера частиц закреплённого рутения (по данным ПЭМ). Повышение содержания металла в катализаторе, напротив, приводит к росту размера его частиц. По данным рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии поверхность металла в изученных катализаторах покрыта оксидной плёнкой. Оксиды рутения способны катализировать такие реакции, как гидролиз углеводов, гидролиз 5-гидроксиметилфурфуrolа в левулиновую кислоту, диспропорционирование альдегидных групп в спиртовую и карбоксильную. Протекание этих реакций было обнаружено во время каталитических испытаний.

Проведено квантовомеханическое моделирование закрепления субнаноразмерных и наноразмерных частиц рутения на поверхности графенового листа (модель углеродных носителей), модифицированного гидроксильными, карбоксильными и сульфонокислотными функциональными группами. Показано, что

энергия взаимодействия субнаноразмерного кластера из 26 атомов рутения заметно возрастает при наличии соседних кислородсодержащих групп. Увеличение числа соседних гидроксильных групп от одной до трёх приводит к росту энергии взаимодействия от 5,3 до 7,6 эВ. В случае карбоксильных или сульфонокислотных групп этот диапазон составляет 5,8-8,8 эВ. При переносе атома водорода с одной из соседних кислотных групп на поверхность металла наблюдается дополнительная стабилизация системы: в случае гидроксильных групп энергия составляет 6,6-9,8 эВ, в случае карбоксильных 7,5-11,4 эВ, в случае сульфонокислотных 8,0-12,1 эВ; для карбоксильных и сульфонокислотных в отличие от модели без диссоциации функциональных групп энергия монотонно возрастает при увеличении их количества от одной до трёх. Взаимодействие рассмотренного металлического кластера с немодифицированным графеном характеризуется энергией около 4,9 эВ.

Результаты теоретического моделирования находят подтверждение в свойствах полученных катализаторов. Возрастание количества и силы кислотных групп носителя, определённое по результатам кислотно-основного титрования и измерения точки нулевого заряда систематически приводит к уменьшению размера закреплённых частиц рутения, что демонстрирует компенсацию поверхностной энергии дисперсного металла за счёт взаимодействия с кислотными центрами носителя. Также нанесение металла всегда приводит к некоторому сдвигу точки нулевого заряда в щелочную область, что может подтверждать частичный перенос водорода кислотных центров на металл.

Полученные катализаторы испытаны в гидролизе и гидрировании растительных полисахаридов: целлюлозы и гемицеллюлозы (ксилана). Нанесение рутения на окисленный СМК-3 приводит к изменению состава продуктов гидролиза целлюлозы. На носителе без рутения наблюдается преимущественное образование 5-гидроксиметилфурфурола, с рутением в основном образуется левулиновая кислота. Другим необычным каталитическим эффектом нанесённого рутения является образование левулиновой кислоты при гидролизе ксилана, возможно, через фурфуриловый спирт, образование которого в системе без дополнительных восстановителей предполагает восстановление фурфурола за счёт диспропорционирования альдегидных групп в спиртовую и карбоксильную.

Благодаря высокой дисперсности нанесённого рутения, изученные катализаторы проявляют высокую гидрирующую активность в отношении моносахаридов: при 60 °С за 40 минут достигается 90 % конверсия глюкозы в сорбитол с более чем 90 % селективностью (давление водорода 5,5 МПа). Следовательно, эти катализаторы могут быть предложены для гидрирования широкого круга карбонильных соединений (в первую очередь компонентов биомассы) в водной среде в мягких условиях.

Обнаружен эффект ускорения гидролиза гликозидной связи в молекуле целлобиозы при совместном катализе фталевой кислотой (гомогенная модель – окисленных углей) и соляной кислотой, т.е. скорость гидролиза с комбинацией кислот превышает сумму скоростей реакции с отдельными кислотами. Обнаружено, что этот эффект ускорения ослабевает при повышении температуры. Рассмотренный

механизм одновременной активации одного субстрата двумя разными катализаторами (т.н. катализ с двойной активацией) может проявиться при гидролизе на сульфированных углях, обладающих как слабокислыми органическими функциональными группами, так и сильнокислыми сульфоновыми.

• **Проект РФФИ № 20-03-00636 (а) «Фундаментальные основы дизайна наноструктурированных твердых катализаторов конверсии левоулиновой кислоты в гамма-валеролактон и каталитических процессов на их основе», руководитель - д.х.н., профессор РАН О.П. Таран.**

Целью проекта является разработка фундаментальных научных основ дизайна наноструктурированных твердых катализаторов для процессов конверсии левоулиновой кислоты в гамма-валеролактон, а также каталитических процессов на основе этих катализаторов.

По результатам испытаний в гидрировании левоулиновой кислоты (ЛК) до гамма-валеролактона (ГВЛ) в водной среде биметаллических катализаторов на основе NiMo и SiO₂ можно сделать вывод о том, что добавка Mo снижает скорость конверсии субстрата и селективности процесса по отношению к ГВЛ. Применение Ni-SiO₂ катализатора позволило провести реакцию при низкой температуре 120 °С со 100 конверсией и селективностью 99.9 мол.%. Приготовлены рутениевые катализаторы на основе наноструктурированного углеродного носителя СМК-3 (0.5, 1, 2, 3% Ru/СМК-3). Физико-химические свойства носителя и катализаторов изучены физико-химическими методами (РФА, РСА, ПЭМ, РФЭС, адсорбция N₂). В реакции гидрирования ЛК до ГВЛ обнаружена высокая активность катализаторов по сравнению с рутениевыми катализаторами на носителе Сибунит. Для Ru/СМК-3 установлено, что оптимальным является содержание Ru – 2 мас.% (100 мол.% ГВЛ, 160°С), повышение содержания Ru приводит к снижению селективности по ГВЛ.

Показана принципиальная возможность использования муравьиной кислоты в качестве источника водорода для получения ГВЛ из ЛК как в присутствии катализаторов Ni-SiO₂, так и Ru/СМК-3.

Синтезированы две серии Zr-содержащих катализаторов: 1) мезопористые композиты на SBA-15 полученные методом соосаждения; 2) мезопористые композиты полученные методом послойного нанесения Zr на SBA-15. Катализаторы испытаны в реакции гидрирования с переносом водорода ЛК в ГВЛ в изопропанол, а их текстура, морфология и кислотные свойства изучены физико-химическими методами. Параметрами, определяющими каталитические свойства, являются содержание циркония и кислотность катализатора. Повышение содержания циркония приводит к уменьшению общей кислотности катализатора, снижению скорости конверсии субстрата и повышению селективности процесса по ГВЛ. Уменьшение размеров пор мезопористых катализаторов отражается в уменьшении выходов целевого продукта. Максимальный выход ГВЛ составил 94 мол.% (190°С, 120 мин.) на катализаторе, полученном методом двукратного послойного нанесения циркония на мезопористую силикатную матрицу.

• **Проект РФФИ № 19-43-240011 (р_а) «Фундаментальные научные основы экологически чистой интегрированной экстракционно-каталитической технологии переработки кородревесных отходов деревообрабатывающих производств Красноярского края в продукты с высокой добавленной стоимостью», руководитель - д.х.н., профессор РАН О.П. Таран.**

Целью проекта является разработка фундаментальных научных основ новой экологически чистой интегрированной экстракционно-каталитической технологии переработки сосновых кородревесных отходов в ассортимент химических продуктов.

Исследованы физико-химические свойства продуктов активации (МХА) коры сосны методом взрывного автогидролиза (ВАГ) и механического измельчения в мельницах разного типа. Наибольшее разрушение кристаллической структуры целлюлозы достигается в планетарной мельнице. Обработка коры взрывным автогидролизом приводит к сравнимой степени разрушения структуры целлюлозы при давлении водяного пара 2,0 МПа. Изучено влияние методов активации ВАГ при 1 МПа при 120 °С и МХА в течение 1 ч коры сосны на выходы и физико-химические свойства экстрактивных веществ (смолистых, дубильных и пектиновых веществ, β -ситостерина). Продукты экстракции изучены методами ИК и ¹H ЯМР, гельпроникающей хроматографии, ГЖХ-МС. Показано, что активация коры сосны позволяет существенно увеличить скорости экстракции и выходы всех целевых продуктов. Проведена экспериментальная оптимизация процессов экстракции с варьированием параметров. Найдены лучшие условия для выделения целевых веществ: для смолистых веществ и β -ситостерина, дубильных и пектиновых веществ.

Впервые предложен и исследован процесс восстановительного каталитического фракционирования коры сосны. Изучено влияние бифункциональных катализаторов, содержащих наночастицы Ru (1-3 мас.%) на окисленном мезопористом углеродном носителе Сибунит, а также влияние экстракции и активации коры на выход и состав продуктов гидрирования коры в этаноле при 225 °С, давлении H₂ до 10,0 МПа. Наиболее эффективна активация коры сосны в барабанной мельнице, способствующая увеличению конверсии до 54 мас.% и выходу жидкой фракции до 30,9 мас.%. Использование 3% Ru/C катализатора позволяет повысить степень делигнификации коры сосны до 66 мас.%, увеличить выход метоксифенольных мономеров более чем в 2 раза и получить твердый целлюлозный продукт.

•Проект РФФИ № 20-43-242906 (р_мк) «Разработка фундаментальных научных основ экологически чистой термокаталитической переработки кородревесных отходов пихты, зараженных корневыми и стволовыми патогенами, в продукты с высокой добавленной стоимостью», руководитель - к.х.н. Ю.Н. Маляр.

В ходе работ по проекту впервые разработана методика ступенчатого выделения экстрактивных веществ из коры пихты (*Abies Sibirica*) как исходной, так и пораженной стволовыми патогенами. Установлено, что выход экстрактивных смолистых веществ из пораженной коры снижается с 13,4 до 8,8%. Состав неомыляемой фракции смолистых веществ изучен методом ГХ-МС. В полученных экстрактах идентифицировано 40 веществ, содержание более 15 из которых составляет свыше 1%. Основными компонентами экстрактов (~20% масс.) являются эпиманоол и β -ситостерин. Исследовано влияние продолжительности экстракции этиловым спиртом на выход дубильных веществ. Полученные результаты составили для исходного образца коры пихты – 11,51%, а для пораженной коры пихты – 5,5 %.

Согласно данным ИК-спектроскопии, дубильные вещества представлены в основном полифенолами с незначительными примесями других веществ. Экстракцией разбавленным раствором HCl образцов коры получены пектины с выходом около 4% масс. ИК-спектры полученных пектинов имеют характеристичный набор колебаний, присущих пектинам из других источников и различаются незначительно. Впервые исследован процесс термической экстракции коры пихты с получением этанол-лигнина. Показано, что оптимальными условиями, обеспечивающими максимальный выход целевого продукта, являются: время 4,5 часа, температура 184,2 °С и содержание спирта в водно-этанольном растворе 70,5%. Лигноцеллюлозный остаток после выделения экстрактивных веществ и органосольвентного лигнина использован в качестве источника углеродного питания *Ganoderma lucidum* и *Pleurotus eryngii*.

Впервые изучено влияние оснований разной основности на процесс сульфатирования лигнина и содержание серы в продукте. Наиболее эффективная замена гидроксильных групп в лигнине на сульфатные наблюдалась в присутствии мочевины. Различные апротонные растворители были исследованы как среды для проведения реакций сульфатирования с сульфаминовой кислотой в присутствии мочевины. Было показано, что оптимальные условия для выделения и получения максимального содержания серы в продукте обеспечиваются при использовании 1,4-диоксана.

Включение сульфатной группы в структуру лигнина подтверждено данными ИК- ЯМР-спектроскопии.

• **Проект РФФИ № 18-43-243016\19 «Модификация древесных лигнинов с получением перспективных фармакологически активных и светочувствительных водорастворимых полимеров», руководитель - к.х.н. Ю.Н. Маляр.**

Изучен состав и физико-химические характеристики гемицеллюлоз, выделенных из жидких продуктов окислительной делигнификации древесины лиственницы в среде «пероксид водорода – уксусная кислота – вода» в присутствии катализаторов: $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$, MnSO_4 , TiO_2 , ZnSO_4 , а также без использования катализатора. Структура, состав и характеристики гемицеллюлоз изучены методами: ИК-Фурье и ЯМР спектроскопии, ГХ, ГПХ, РЭМ, ТГА, газовой адсорбции и элементного анализа. Процесс окислительной делигнификации в уксусной кислоте позволяет выделять гемицеллюлозы с выходом до 20,4 мас.% (от массы древесины), высокой чистоты, со средневесовой молекулярной массой до 22,9 кДа и узким молекулярно-массовым распределением. Полученные гемицеллюлозы состоят преимущественно из галактоглокоманнана и арабиногалактана. Гемицеллюлозы являются мезопористыми материалами с площадью удельной поверхности от 4,4 до 32,0 м²/г и общим объемом пор от 0,007 до 0,07 см³/г и могут быть использованы для создания биологически активных композиций, многокомпонентных покрытий и наполнителей для пищевой и фармацевтической промышленности.

Впервые изучен «зеленый» синтез сульфатов галактоманнана с использованием смеси сульфаминовая кислота – мочевина. Максимальная степень сульфатирования

достигается при температуре 80 °С и времени до 60 мин. Встраивание сульфатных групп в структуру полисахарида подтверждено комплексом физико-химических методов. Расчетными методами проведена оптимизация процесса сульфатирования галактоманнана комплексом сульфаминовой кислоты и мочевины.

Впервые был исследован процесс выделения гемицеллюлоз из древесины ели методом некаталитической окислительной делигнификации. Молекулярные массы полученных гемицеллюлоз древесины ели находятся в пределах от 14781 Да до 23151 Да. В состав гемицеллюлоз ели преимущественно входят манноза, глюкоза и галактоза, а также примеси уроновых кислот и ксилозы. Оптимальные условия для выделения гемицеллюлоз это 100 °С и 3 ч.

Впервые исследован процесс получения сульфатированных производных гемицеллюлоз (галактоглюкоманнанов – ГГМ) из древесины ели сульфаминовой кислотой в 1,4-диоксане в присутствии мочевины. Установлено, что до 120 минут пропорционально увеличению молекулярной массы ГГМ увеличивается содержание серы до 12,7 %, что свидетельствует о преобладании процессов этерификации гидроксильных групп SO₃-группами. Увеличение продолжительности процесса приводит к резкому уменьшению содержания серы и молекулярной массы вследствие начала процессов гидролиза полисахаридных цепей.

Изучен процесс модификации гемицеллюлоз многоосновными карбоновыми кислотами: щавелевой, янтарной, адипиновой и лимонной. Установлено, что в кислой среде при pH=3,5 происходит взаимодействие карбоновых кислот с гидроксильными группами ГГМ с образованием соответствующих сложноэфирных связей, что подтверждено ИК-спектроскопией. Полученные адипинаты и цитраты ГГМ имеют ограниченную растворимость в воде, увеличенную молекулярную массу и развитую пористую структуру.

Образцы сульфатированных галактоманнанов и галактоглюкоманнанов исследованы в агрегации тромбоцитов человека и гемолизе эритроцитов человека. В качестве компонента разрабатываемых структур для доставки лекарственных средств перспективен ГГМ с содержанием серы 9,2% мас., так как в диапазоне концентраций 0,002 – 0,2 мг/мл не влиял на время свертывания крови/плазмы, самостоятельно не провоцировал агрегацию тромбоцитов, не влиял на АДФ-индуцированную агрегацию тромбоцитов и не разрушал мембрану эритроцитов. Для модификации поверхностей с целью достижения их устойчивости к появлению сгустков крови перспективны образцы с антикоагулянтной активностью ГГМ с содержанием серы 16,7% мас. (19,98±4,32 ЕД/мг) и ГМ с содержанием серы 13,8 % мас. (11,57±2,09 ЕД/мг) в концентрации 0,002 мг/мл, так как эти соединения не влияли самостоятельно на агрегацию тромбоцитов и не способствовали гемолизу эритроцитов.

- **Хоздоговор с ООО "Свежа Лес"** - научно-исследовательская работа по теме: «Разработка материала «Корковый Агломерат», *руководитель – д.х.н., профессор РАН О.П. Таран.*

- **Хоздоговор с СО РАН** - научно-исследовательская работа по теме: «Повторное обследование территории подвергшейся воздействию в результате

аварийного разлива нефтепродуктов ТЭЦ-3 АО «НТЭК», *руководитель – д.х.н., профессор РАН О.П. Таран*

- **Хоздоговор с ООО «РУСАЛ ИТЦ»** - услуги по проведению дифрактометрического определения размера кристаллита нефтяного кокса 94 проб, *руководитель – д.х.н., профессор С.Д. Кирик.*

Международное сотрудничество:

Осуществлялось сотрудничество с зарубежными организациями по следующим тематикам:

- МНО «Каталитическая переработка биомассы в ценные продукты» совместно с ИК СО РАН, СФУ, НЦНИ (Париж, Франция), Университетом Клода Бернара (Лион, Франция), Университетом Страсбурга (Страсбург, Франция).

4.3 Лаборатория каталитических превращений малых молекул

Основные направления деятельности лаборатории: Деятельность лаборатории направлена на решение фундаментальных, поисковых и прикладных научно-исследовательских проблем в области комплексного извлечения целевых продуктов из поликомпонентного сырья и формирования новых функциональных микросферических и композитных материалов с заданными свойствами. В 2021 году решались следующие задачи:

- разработка новых химико-технологических процессов утилизации отходов угольных электростанций, включающих комплексное извлечение из энергетических зол переменного состава микросферических продуктов постоянного состава и морфологии;

- разработка научных основ получения новых функциональных материалов с заданными свойствами для различных областей применения, в том числе эффективных катализаторов окислительного превращения метана; мембранных материалов для высокоэффективного выделения гелия и водорода из газовых смесей; микросферических адсорбционно активных систем для извлечения из водных сред катионов токсичных металлов; керамических и композитных материалов высокой прочности.

Кадровый состав: всего сотрудников – 22, из них научных сотрудников 13, докторов наук – 2, кандидатов наук – 8; инженерно-технических работников – 9; количество сотрудников до 39 лет – 5.

Приборы и оборудование:

- Многофункциональная установка Hosokawa Alpine MPA с классификатором (Германия)

- Установка воздушно-ситового просеивания Alpine e200LS (Hosokawa Alpine, Германия)
- Многочастотный ситовый анализатор MSA-W/D-200 (Kroosh Technologies, Израиль)
- Анализатор частиц Analysette 22 MicroTec plus (Fritsch, Германия)
- Анализатор лабораторный NOVA-3200 ("Quantachrome Instruments", США)
- Аналитическая просеивающая машина AS 450 control (Retsch, Германия)
- Система для определения площади поверхности и измерения пористости твердых материалов ASAP 2020 (Micromeritics, США)
- Проточная каталитическая установка со встроенным хроматографическим анализатором VI-CATflow 4.2(A) и дополнительным блоком подготовки потоков газовых смесей VI-GASflow (ИК СО РАН, г. Новосибирск)
- Установка каталитического термолитического разложения нефтяных продуктов с анализом состава газообразных и жидких компонентов
- Система химического синтеза под давлением «Beluga» (реактор высокого давления) (Premix AG, Швейцария)
- Система газового анализа QGA 305110, включающая скрытый масс-спектрометр HAL 201 RC с детектором мультипликатора Фарадея (Hiden Analytical Ltd., Великобритания)
- Мельница планетарная «Fritsch» (Германия)

Проекты и гранты:

- **Проект РФФИ №19-03-00448А «Гидротермальный синтез каркасных алюмосиликатов на основе ценосфер как способ иммобилизации радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в минералоподобной форме», руководитель - д.х.н. Верещагина Т.А.**

Проведено детальное исследование синтеза фаз твердых растворов анальцим – поллуцит в гидротермальных условиях при 80–150 °С с использованием узких фракций ценосфер летучих зол от сжигания угля с высоким содержанием стеклофазы (около 90 мас. %), но отличающиеся составом и содержанием кристаллических фаз, в первую очередь, муллита, а также толщиной и пористостью оболочки. В качестве иммобилизованных форм Cs получены полые микросферы размером 60–70 и 140–170 мкм с композитной муллит-содержащей стенкой с включениями кристаллов фаз твердых растворов анальцим-поллуцит. Для двух систем NaOH-CsNO₃-H₂O-(SiO₂-Al₂O₃)_{стекло} с разным составом стеклофазы при 150 °С получены две серии твердых растворов анальцим-поллуцит (Na_nCs_{1-n})[AlSi₂O₆]_n·nH₂O (0.01 ≤ n ≤ 1) с близкими значениями отношения Si/Al. Продемонстрирована важная роль фазы муллита и толщины оболочки в сохранении сферической формы продуктов кристаллизации стекла ценосфер. Показано, что в процессе синтеза за счет кристаллизации фаз твердых растворов происходит концентрирование Cs в продукте кристаллизации до содержания 23–32 мас. % при степени извлечения из щелочных растворов до 99,9 %.

Изучено влияние состава реакционных сред $\text{NaOH-Sr(NO}_3)_2\text{-H}_2\text{O-(SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3)_{\text{стекло}}$ и $\text{NaOH-CsNO}_3\text{-Sr(NO}_3)_2\text{-H}_2\text{O-(SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3)_{\text{стекло}}$ и условий гидротермальной обработки на образование Cs/Sr-содержащих минералоподобных фаз с использованием ценосфер с содержанием стеклофазы около 96 мас. % в качестве источника Si и Al и прекурсора цеолитных фаз. Предложено два экспериментальных подхода к получению Cs/Sr-содержащих минералоподобных фаз в гидротермальных условиях при температурах не выше 200 °С, включая (1) гидротермальный синтез в щелочных средах и (2) сорбцию $\text{Cs}^+/\text{Sr}^{2+}$ на анальцим-содержащем сорбенте, полученном на основе ценосфер.

Впервые установлено, что в результате гидротермального синтеза протекает кристаллизация Sr^{2+} -содержащих фаз структурных типов тоберморита и плагиоклаза, при этом степень перевода Sr^{2+} из раствора в твердый продукт составляет не менее 99,99 %. При одновременном присутствии в жидкой фазе цезия и стронция происходит преимущественное включение Cs^+ в структуру твердых растворов анальцим-поллуцит, а Sr^{2+} – в фазы тоберморита и плагиоклаза.

В результате реализации сорбционного подхода в системе $\text{Sr(NO}_3)_2\text{-H}_2\text{O-ANA}$ формируются твердые растворы Na-анальцим–Sr-вайрацит $(\text{Na}_{1-n}\text{Sr}_{n/2})\text{AlSi}_2\text{O}_6\cdot\text{H}_2\text{O}$, в которых содержание Sr^{2+} повышается с увеличением температуры обработки с одновременным увеличением степени извлечения Sr^{2+} из раствора. В бикомпонентных системах $\text{CsNO}_3\text{-Sr(NO}_3)_2\text{-H}_2\text{O-ANA}$ не происходит включения Cs в структуру анальцима, а формируются лишь твердые растворы $(\text{Na}_n\text{Sr}_{0.5(1-n)})\text{AlSi}_{1.91}\text{O}_{5.82}$. Дополнительными формами иммобилизации Cs и Sr являются аморфные силикаты, образующиеся за счет химического взаимодействия с силикатными группами остаточного стекла.

4.4 Лаборатория минеральных ресурсов

Основные направления деятельности лаборатории: фундаментальные исследования вещественного и структурного преобразования в природных и техногенных массивах горных пород; развитие научных основ технологических систем геотехнологической подготовки и разработки месторождений полезных ископаемых; исследование закономерностей разрушения пород взрывом; изучение физико-химических основ обогащения руд цветных, редких и благородных металлов; синтез и испытание новых реагентов.

Кадровый состав: всего сотрудников – 13, из них научных сотрудников – 8. докторов наук – 2, кандидатов наук – 6, ИТР – 5, сотрудников до 39 лет – 3.

Приборы и оборудование:

- Лабораторная щековая дробилка
- Лабораторная мельница
- Лабораторные флотационные машины
- Лабораторная отсадочная машина

- Лабораторный центробежный стол
- Лабораторные центробежные концентраторы Итомак, Gold Genie
- Лабораторная центрифуга Stegler
- Цифровой виброметр ZET

Проекты и гранты:

- **Хоздоговор «Проведение лабораторно-аналитических исследований проб торфа». Заказчик – ООО «Краскип».**

- В ходе исследований проведены лабораторно-аналитическое изучение физического состава и технологических свойств торфа на предоставленных пробах по допущенным к применению методикам (ГОСТам). Переданы заказчику перечень показателей: массовая доля влаги $W_{\text{гт}}$, %, зольность A_d , %, кислотность pH, массовая доля гуминовых кислот, %, фазовый анализ, *руководитель – к.т.н. Зашихин А.В.*

- **Хоздоговор «Проведение лабораторно-аналитических исследований проб шлиховых минералов». Заказчик - ООО «Артель старателей Июсская».**

- По заданию выполнено изучение физического состава и технологических свойств шлиховых минералов. Заказчику предоставлена закономерность распределения самородных частиц, морфология и элементный анализ. Сделаны выводы об идентичности частиц ценных компонентов в представленных пробах, *руководитель – к.т.н. Зашихин А.В.*

4.5 Лаборатория молекулярной спектроскопии и анализа

Основные направления деятельности лаборатории: использование совокупности физико-химических и квантово-химических методов для изучения строения, природы химической связи, реакционной способности и механизма реакций новых соединений и материалов.

Кадровый состав: всего штатных сотрудников – 31 (в т.ч. 9 инженерных работников), научных сотрудников – 22 (в т.ч. 3 доктора и 17 кандидатов наук, ученых и специалистов в возрасте до 39 лет - 8).

Приборы и оборудование:

- ИК Фурье-спектрометр Tensor 27 с микроскопом Hyperion-1000 (Bruker, Германия)

Проекты и гранты:

- **Проект ПФНИ «Физические характеристики функционирования системы крови. Наноструктуры как регуляторы физиологических процессов», руководители - д.ф.-м.н. Столяр С.В. (от ФИЦ КНЦ СО РАН), д.х.н. Чесноков Н.В. (от ИХХТ СО РАН). Исполнители - к.х.н. Шор Е.А., к.х.н. Лалетина С.С.**

На основании расчетов методом функционала плотности и топологического анализа предсказан химический порядок атомов в биметаллических платино-палладиевых и золото-серебряных нанокластерах. Исследована реакционная способность моделируемых нанокластеров по отношению к молекуле СО. В рамках изучения окислительных свойств биметаллических наночастиц моделировалась начальная стадия окисления молекулы монооксида углерода СО. В частности, была рассчитана энергия адсорбции молекулы СО на различных центрах моно- и биметаллических кластеров Pt_{38-x}Pd_x (x=0, 9, 12, 19, 26, 29, 38). Найдено, что в зависимости от состава кластера и позиции на его поверхности энергии связи СО могут варьироваться в пределах 100 кДж/моль. Причем, наибольшая энергия адсорбции относится к кластерам с соотношением Pt/Pd=1:1 и 2:1, при этом предпочтительна терминальная адсорбция СО на атомах Pt, находящихся в вершинах кластера. Для кластеров с долей атомов Pt выше 70% предпочтительна мостиковая локализация молекулы СО с энергиями адсорбции 214–218 кДж/моль. На кластерах с небольшой долей атомов Pt (< 50%) предпочтительна локализация СО в ямочных позициях с энергиями адсорбции 205–207 кДж/моль. Таким образом, активность смешанных PtPd наночастиц в отношении адсорбции СО выше по сравнению с монометаллическими платиновыми и палладиевыми наночастицами. Подобное поведение ожидается и для биметаллических AuAg наночастиц, где низкая реакционная способность атомов золота и серебра усиливается их взаимным влиянием.

• **РНФ 21-13-00171 «Локальная динамика и процессы транспорта высокодисперсных фаз тяжелых нефтей в присутствии перспективных растворителей, гетерогенных катализаторов и сорбентов по данным методов ядерного магнитного резонанса in situ», 2021-2023, руководитель – к.ф.-м.н. Морозов Е.В.**

В ходе выполнения первого этапа проекта был осуществлен комплекс работ, направленный на создание широкой методической основы для выполнения заявленных ЯМР исследований. В результате были получены важные наборы данных, на основе которых были сформулированы критерии долговременной стабильности бинарных систем, определены пределы концентрационных диапазонов и другие параметры, необходимые для проведения ЯМР исследований локальной динамики и процессов транспорта в изучаемых образцах. В ходе исследования было обнаружено, что локальная динамика асфальтеновых агрегатов в присутствии СО₂ претерпевает существенные изменения, обусловленные специфическими взаимодействиями в изучаемых системах. Это выражается в сильной зависимости сценария, по которому будет развиваться эволюция высокодисперсной асфальтеновой фазы, от начальных условий в виде концентрации растворенных асфальтенов и объемной доли загруженного в систему субкритического СО₂. Систематические ЯМР исследования локальной динамики и процессов транспорта растворенных парафинов и микрокристаллических парафинистых фаз в модельных системах в окрестности точки фазовой сегрегации обнаружили качественный переход системы, где локальная

динамика определяется молекулярным составом, к системе, где локальная динамика определяется фазовым составом.

- **Грант ККФПНиНТД. «Редокс-свойства моноядерных дикарбонильных и карбонилфосфиновых комплексов родия (I) с O,O- и O,N-бидентатными лигандами», Неделина Татьяна Сергеевна.**

На XXVIII Международной Чугаевской конференции по Координационной химии (03 - 08 октября 2021 года, Туапсе, Ольгинка, Краснодарский край, Россия) в форме постерного доклада представлены результаты изучения редокс-свойств новых и известных дикарбонильных, карбонилфосфиновых и карбониладамантилизоцианидных комплексов родия (I) с хелатными β -дикетонатными, оксихинолилатными и β -энаминонными лигандами с использованием электрохимических методов (полярографии на ртутном капельном электроде и циклической вольтамперометрии на платиновом и стеклоуглеродном электродах). Участие в конференции проходило при поддержке Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»: Конкурс проектов организации участия студентов, аспирантов и молодых учёных в конференциях, научных мероприятиях и стажировках (II очередь 2021 года, код заявки: 2021050707642).

- **Грант ККФПНиНТД. «Карбонил(бета-дикетонат)изоцианидные комплексы родия (I): синтез и изучение свойств», Патрушева Анастасия Андреевна.**

В форме постерного доклада представлены результаты синтеза новых комплексов $Rh(\beta\text{-diketonate})(CO)(C\equiv N-R')$ путем замещения карбонильных групп в известных комплексах $Rh(acac)(CO)_2$ и $Rh(hfac)(CO)_2$ на соответствующий изоцианидный лиганд $C\equiv N-R'$ ($R' = 1\text{-Ad}, CH_2Tos$). Представлены новые сведения о синтезе и химическом поведении β -дикетонатных карбонил-изоцианидных комплексов родия (I), изучены их спектроскопические свойства, на основании полученных данных предложено строение новых комплексов. Обсуждается практическая значимость полученных соединений. Участие в конференции проходило при поддержке Краевого государственного автономного учреждения «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»: Конкурс проектов организации участия студентов, аспирантов и молодых учёных в конференциях, научных мероприятиях и стажировках (II очередь 2021 года, код заявки: 2021042807619).

- **Хоздоговоры: Контракты на выполнение научно-исследовательских работ, заключенные между ФИЦ КНЦ СО РАН и СибГУ им. М.Ф. Решетнева, руководитель – д.х.н., профессор Рубайло А.И.**

- **ЦКП-1-2021:** научно-исследовательская работа по теме: «Исследование структуры и физико-химических свойств нанокмпозитов; свойств и строения полимерных композиционных материалов, обладающих целевыми функциональными свойствами» удовлетворяет условиям контракта и технического задания.
Исполнители: к.т.н. Кондрасенко А.А.

Результаты НИР: изучена теплопроводность полимерных материалов, модифицированных карбидом кремния, исследована морфологии материалов для оценки влияния на целевые свойства нанокompозитов, получены данные о химическом составе полиэфиров, сложных эфиров и продуктов их деструкции, исследована морфология поверхности разработанных полимерных образцов, определена степень кристалличности биоразрушаемых полимеров и их композитов, модифицированных монтмориллонитом.

• **ЦКП-2-2021:** научно-исследовательская работа (НИР) по теме: «Технология и оборудование химической переработки биомассы растительного сырья» удовлетворяет условиям контракта и технического задания.

Исполнители: к.т.н. Кондрасенко А.А., к.х.н. Елсуфьев Е.В., Симончук Л.П.

Результаты НИР: определено количественное содержание аминокислот в образцах растительной биомассы, изучен минеральный состав продуктов биодеструкции и экстрактивных веществ, проведены расчёты степени кристалличности представленных образцов, изучены закономерности тепло и массопереноса в газожидкостном слое.

• **ЦКП-3-2021:** научно-исследовательская работа (НИР) по теме: «Моделирование динамики повреждения лесов сибирским шелкопрядом на основе фактических данных дистанционного зондирования для лесничеств Красноярского края в 2016–2020 гг.» удовлетворяет условиям контракта и технического задания.

Исполнители: Симончук Л.П.

Результаты НИР: классификация зон поражения сибирским шелкопрядом в Енисейском и Ирбейском лесничествах Красноярского края по материалам спутниковой съемки в 2015–2020 гг. и формализация модельных уравнения, описывающих развитие зон поражения во времени.

Международное сотрудничество: совместные научные исследования с группой теоретической химии проф. К.М. Неймана из Университета Барселоны (Испания) по теме Моделирование наночастиц оксида церия, модифицированных переходными металлами.

4.6 Лаборатория физико-химических исследований материалов

Основные направления деятельности лаборатории: деятельность лаборатории направлена на решение фундаментальных и прикладных научно-исследовательских проблем в области комплексной переработки природного и техногенного органического сырья, в том числе включает задачи:

- исследование механизмов и повышение эффективности каталитических процессов переработки лигноуглеводного комплекса древесины в ценные химические продукты;
- получение и исследование композиционных материалов на основе продуктов переработки растительного сырья и традиционных полимеров;
- решение иных возникающих задач переработки растительного сырья;

- аналитическое сопровождение научно-исследовательских работ ИХХТ СО РАН;
- Участие в подготовке научных кадров высшей квалификации и совместных работах с организациями высшего образования.

Кадровый состав: всего сотрудников – 19, из них научных сотрудников – 8. Докторов наук – 2, кандидатов наук - 6, количество сотрудников до 39 лет – 1.

Приборы и оборудование:

- ААС-спектрометр A Analyst 400 (Perkin Elmer, США)
- Прибор STA 449 F1 «Jupiter» (NETZSCH, Германия)
- Элементный анализатор vario EL cub, 12
- Хроматографический анализатор HCNS-0 EA 1112 (Flash, США)
- Прибор Сорбтомер 4.4М (ИК СО РАН, г. Новосибирск)
- Разрывная машина ТКFD/5 для определения прочности на разрыв по ГОСТ 270-75 и по ГОСТ 9.024-74
- Прибор ВН 5202 для определения температуры хрупкости по ГОСТ 7912-74
- Стенд для определения стойкости к истиранию по возобновляемой поверхности по ГОСТ 23509-79
- Прибор МИ-2 для определения стойкости к истиранию по абразивной поверхности по ГОСТ 426-77

Проекты и гранты:

- **Проект РНФ № 20-63-47109 «Комплексная (термическая и каталитическая) переработка отходов агропроизводства»,** *руководитель - д.х.н., профессор В.Е. Тарабанько.*

Изучены возможности переработки крупнотоннажного сельскохозяйственного отхода, костры льна, в ценные химические продукты тремя принципиально различными методами, каталитическим окислением (ИХХТ СО РАН), каталитическим восстановительным фракционированием (ИХХТ СО РАН) и пиролизом (ФБГОУ ВО ТвГТУ).

Окислительная конверсия костры льна. Обнаруженные нами в 2021 году значительные различия влияния массопереноса на скорость поглощения кислорода и выход ванилина в процессе каталитического окисления костры льна удалось использовать для сокращения расхода щелочи в расчете на получаемый ванилин. Наиболее отчетливо влияние скорости перемешивания на расход щелочи проявляется при ее малой (50 мас. % в расчете на костру) загрузке: её снижение повышает выход ванилина и соответственно сокращает расход щелочи на 35%.

В литературе отсутствуют количественные исследования влияния массообмена на процессы окисления лигнинов. Нами проанализированы возможности

моделирования массопереноса в исследуемом процессе с привлечением критерия плотности мощности перемешивания в объеме реакционной массы.

Полученные результаты по влиянию скорости перемешивания на кинетику поглощения кислорода в процессе окисления предгидролизованной костры льна показывают, что отчетливая линейная связь между скоростью вращения магнитной мешалки и начальной скоростью поглощения кислорода проявляется в логарифмических координатах. Тангенс угла наклона этой зависимости $\text{tg } \varphi = 1,79 \pm 0,24$. Известная модель передачи энергии вращения в газо-жидкостной системе предсказывает тангенс угла наклона зависимости скорости процесса от скорости вращения мешалки $\text{tg } \varphi = 1,85$ [Joshi JB, Pandit AB, Sharma MM (1982) Mechanically agitated gas-liquid reactors. Chem Eng Sci 37: 813–844.]. Это значение весьма точно совпадает с экспериментально определенным тангенсом $\text{tg } \varphi = 1.79 \pm 0.24$.

Такая же линейная зависимость установлена и для скорости накопления ванилина, тангенс которой ($\text{tg } \varphi = 1.86 \pm 0.06$) в пределах точности эксперимента совпадает и с тангенсом уравнения для экспериментально определенных скоростей поглощения кислорода, и с тангенсом ($\text{tg } \varphi = 1.85$), предсказываемым известной моделью.

Рассмотренное совпадение тангенсов показывает, что, несмотря на сложность изученного химического процесса, и скорость поглощения кислорода, и характер кривых накопления ванилина соответствуют модели интенсивности массопереноса, определяемой плотностью мощности перемешивания в объеме жидкой, т.е. изученный процесс целиком и полностью протекает в диффузионной области. Тем не менее, полученные нами максимальные выходы ванилина в расчете на лигнин в процессах окисления костры нитробензолом (15-16%) и кислородом (11-12,5%) различаются на 17-30 относительных процентов. По нашему мнению, это неожиданно малые различия. Полученные результаты по уменьшению выхода ванилина (и сиреневого альдегида) при переходе от нитробензола к кислороду можно интерпретировать как снижение селективности процесса окисления кислородом при переходе от кинетического режима к диффузионному. Сравнение условий проведения процессов каталитического окисления лигнинов кислородом в представленном исследовании и результатов 2020 года показывает, что в диффузионном режиме могут быть получены максимальные выходы ванилина, совпадающие в пределах точности эксперимента с теоретическим пределом выхода.

Восстановительная конверсия костры льна. Изучение процесса восстановления костры этанолом без водорода под действием рутениевого катализатора показало, что максимальные конверсия (76,8%), выход жидких продуктов (29,7 мас.%) и мономерных метоксифенолов (11,7% в расчете на лигнин) достигается при использовании катализатора в сверхкритических условиях при 250 °С. Использование водорода в процессе терморастворения костры льна приводит к увеличению степени делигнификации и деструкции. Приемлемые степени деструкции целлюлозы (менее 50%) достигаются только при низкой температуре 225 °С.

Следует отметить, что максимальный суммарный выход метоксифенолов при терморазворении костры льна в отсутствии внешнего водорода (11,69 мас.%) при 250 °С превышает значения предыдущего исследования (9,73 мас.%), где гидрирование костры льна проводилось молекулярным водородом.

При использовании катализатора Ni/C в процессе восстановительного фракционирования костры льна водородом было показано, что оптимальное содержание Ni в катализаторе (10 мас.%) обеспечивает высокие делигнификацию (93.1 %), выход мономеров (9.67 мас. %) и содержание целлюлозы (86.4 %) в твердом продукте.

Таким образом, катализатор Ni/C обеспечивает достижение основных показателей эффективности процесса переработки костры льна, характерных для рутениевых катализаторов. Эти показатели достигаются при втрое большей загрузке никеля по сравнению с рутением, но их цены на мировом рынке (USD 20 и 18000) различаются на три порядка и, следовательно, использование никелевых катализаторов экономически намного более привлекательно.

При использовании формиата никеля в качестве катализатора процесса восстановительного каталитического фракционирования костры льна наблюдается высокое содержание остаточного лигнина (25.3 мас.%) в твердом продукте реакции. Увеличение загрузки формиата никеля от 0.012 до 0.12 гр (в расчете на металл) в реактор приводит к систематическому повышению выхода монофенолов с 4.77 до 6.24 мас. %. При максимальной загрузке формиата никеля (1,2 г в расчете на металл) основными продуктами оказываются 4-пропенилгваякол (2.69 мас.%) и 4-пропанолгваякол (1.21 мас.%), и в пропилогваякол (0.38 мас.%) они превращаются относительно медленно.

При использовании гидразина для восстановления никеля на поверхности костры суммарный выход мономеров (9.12 мас.%) достигал максимальных полученных с катализатором 10%Ni/C значений, при этом основным продуктом был 4-пропанолгваякол (3.85 мас. %), что вдвое превышает его выход на других катализаторах.

Показано, что увеличение размера зерна используемого катализатора Ni/C с 56 мкм до 2 мм и скорости перемешивания с 1000 до 125 об/мин в процессе восстановительного каталитического фракционирования костры льна приводит к уменьшению выхода мономеров более чем в 6 раз, значительному снижению степени делигнификации и содержания целлюлозы в твердом продукте. Эти результаты показывают, что исследуемый процесс, как и многие другие жидкофазные каталитические процессы, протекает во внутридиффузионном режиме и внешнедиффузионное торможение также имеет место в исследуемом процессе. Полученные результаты показывают, что для получения 4-пропанолгваякола необходимо реализовать максимально близкий к кинетическому режиму процесса.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

- Впервые количественно проведено и описано влияние интенсивности массопереноса на скорость окисления лигнинов молекулярным кислородом.

- Полученные результаты по влиянию скорости перемешивания и варьирования объема реакционной массы на скорость поглощения кислорода и накопление ванилина описываются простой моделью, связывающей интенсивность массопереноса с плотностью мощности перемешивания в объеме жидкой фазы.

- Впервые показано, что, несмотря на отчетливо диффузионный режим окисления костры льна кислородом, выход ванилина в таких условиях по сравнению с теоретическим максимумом выхода ванилина в процессах окисления лигнинов снижается незначительно и может достигать эффективности нитробензольного окисления.

- Установлена экстремальная зависимость расхода щелочи в расчете на получаемый ванилин от скорости перемешивания реакционной массы.

- Показано, что процесс каталитического восстановительного фракционирования костры льна на бифункциональных никелевых катализаторах (при втрое большем содержании никеля и цене на три порядка ниже по сравнению с рутением) на Сибуните протекает столь же эффективно, как и на рутениевых.

- Индивидуальным соединением, получаемым из лигнина костры льна на никелевом катализаторе с максимальным выходом, оказывается гваяцилпропанол. Для его получения необходим кинетический режим процесса гидрогенизации.

- Проведенное сравнение трех синтезированных никелевых катализаторов гидрогенизации костры льна показало, что никель, нанесенный на костру восстановлением гидразином, обеспечивает наиболее тесное взаимодействие субстрата и катализатора, т.е. приближает систему к кинетическому режиму протекания процесса.

4.7 Лаборатории химии природного органического сырья

Основные направления деятельности лаборатории: создание новых принципов и методов глубокой переработки возобновляемой древесной биомассы и ископаемых углей в ценные органические продукты и новые материалы на основе комбинирования каталитических, термохимических и экстракционных процессов.

Кадровый состав: всего сотрудников – 19, из них научных сотрудников – 15. Докторов наук – 3, кандидатов наук – 8, сотрудников до 39 лет – 6.

Приборы и оборудование:

- Газовый хроматограф Varian-450 (Varian, США)
- UV-Vis сканирующий спектрофотометр (Leki Instruments, Finland, 220-1100 нм)
- Газовый хроматограф Кристалл 2000 (Хроматэк, Россия)
- Хроматомасс-спектрометр с тройным квадруполем 7000A GS/MS (Agilent)
- Анализатор жидкости люминесцентно-фотометрический "Флюорат-02-4М" с термостатируемым кюветодержателем (ЦКП)
- Хроматограф газовый "Хроматэк - Кристалл 5000"

- Реакторная система автоклавного типа R-201(300 мл.) Chem.Re.SYstem (Республика Корея)
- Реакторная система автоклавного типа Autoclave Engineers (США)
- Лиофильная сушка ИНЕЙ-6
- Центрифуга Ohaus Frontier 5718
- Реакторная система автоклавного типа с компьютерным управлением R-201 (объем реакторов 2000 и 3000 мл.) REXO Eng.Inc. (Республика Корея)
- Ультразвуковая ванна GRAD 13-35 (LLC Grad Ultrasonic Technology, Russia)

Проекты и гранты:

- **Проект РНФ № 21-13-00250 «Научные основы новых методов получения ценных химических продуктов, базирующихся на каталитическом фракционировании древесной биомассы», руководитель - д.х.н., профессор Б.Н. Кузнецов.**

Впервые предложено осуществлять фракционирование древесины березы на микрокристаллическую целлюлозу, ксилозу, метоксифенолы, путем интеграции щелочно-кислотных обработок и гидрирования на бифункциональном катализаторе Ru/углерод. Использовали два метода удаления гемицеллюлоз из древесины березы – кислотный гидролиз до моносахаридов и щелочная экстракция в виде ксилана. Предварительные щелочные и кислотные обработки приводят к удалению значительной части гемицеллюлоз из древесины березы и к повышению доли целлюлозы и лигнина в обработанной древесине. Удаление гемицеллюлоз путем кислотной или щелочной обработки древесины влияет на выход жидких, газообразных и твердых продуктов гидрирования обработанной древесины в среде этанола при температуре 225 °С. Бифункциональный катализатор Ru/углерод оказывает наиболее заметное влияние при гидрировании древесины, обработанной кислотой. В его присутствии возрастает конверсия древесины и выход жидких продуктов, а выход твердых и газообразных продуктов снижается.

Полученные продукты охарактеризованы методами ГХ-МС, ГХ, ГПХ, ИКС, РФА и элементного анализа. Жидкие продукты некаталитического и каталитического гидрирования образцов исходной и обработанной древесины содержат больше углерода и водорода и меньше кислорода, чем полученные при гидрировании исходной древесины. В наибольшей степени снижается содержание кислорода в жидких продуктах каталитического гидрирования образца древесины, подвергнутого кислотной обработке. Таким образом, бифункциональный рутениевый катализатор, а также щелочные и кислотные обработки древесины интенсифицируют реакции гидродеоксигенации образующихся жидких продуктов. Рутениевый катализатор смещает молекулярно-массовое распределение жидких продуктов гидрирования в низкомолекулярную область и увеличивает в них содержание мономерных соединений, преимущественно 4-пропилсирингола и 4-пропанолсирингола.

При гидрировании исходной и обработанной древесины березы, наряду с деполимеризацией лигнина, протекают реакции превращения древесных полисахаридов с образованием производных фурана, эфиров, спиртов, кетонов, моносахаридов. Однако суммарный выход данных соединений существенно ниже, чем метоксифенолов и не превышает нескольких процентов. Твердый продукт каталитического гидрирования древесины березы, подвергнутой кислотной обработке содержит 95 мас.% целлюлозы, 3,8 мас.% лигнина и 1,2 мас.% гемицеллюлоз и имеет индекс кристалличности (0,74), аналогичный образцу коммерческой микрокристаллической целлюлозы. При каталитическом гидрировании древесины, в газообразных продуктах увеличивается содержание CO и CH₄ и снижается содержание CO₂, вероятно вследствие интенсификации гидролиза сложноэфирных связей лигнина и гидрокрекинга метоксифенолов, образующихся при каталитической деполимеризации лигнина.

Впервые предложено осуществлять переработку основных компонентов биомассы древесины березы на ксилозу, микрокристаллическую целлюлозу и энтеросорбенты путем интеграции гетерогенно-каталитических процессов кислотного гидролиза и пероксидной делигнификации. Гидролиз гемицеллюлоз древесины (фракция 0,1-0,25мм.) в ксилозу проводится при температуре 150 °С в присутствии твердого кислотного катализатора Amberlyst® 15. В отсутствие катализатора гидролиз древесины березы в выбранных условиях практически не протекает. Древесина, не содержащая гемицеллюлоз, подвергается пероксидной делигнификации в среде «муравьиная кислота – вода» в присутствии твердого катализатора TiO₂ с получением микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) и растворимого органосольвентного лигнина. В установленных оптимальных условиях процесса делигнификации (100 °С, H₂O₂ – 7,2 мас.%, HCOOH – 37,8 мас.%, гидромодуль 15, продолжительность 4 ч) выход МКЦ достигает 64,5 % и органосольвентного лигнина 11,5 % от массы предгидролизованной древесины. Экстракционной обработкой органосольвентного лигнина получены энтеросорбенты, сорбционная способность которых по метиленовому синему и желатину в 2 раза выше, чем коммерческого энтеросорбента «Полифепан». Продукты каталитического фракционирования древесины березы охарактеризованы физико-химическими (ИКС, РФА, СЭМ, ГХ) и химическими методами. Целлюлоза, полученная в оптимальных условиях пероксидной делигнификации лигноцеллюлозного продукта содержит только небольшое количество остаточных гемицеллюлоз и лигнина: 4.8 и 1.8 мас.% соответственно. Рассчитанный индекс кристалличности целлюлозы составляет 0.70. В результате выполненного исследования показана возможность выделения из предгидролизованной древесины березы целлюлозы, строение которой соответствует микрокристаллической целлюлозе. Органосольвентный лигнин, полученный в оптимальных условиях процесса каталитической пероксидной делигнификации лигноцеллюлозного продукта, представляет собой мелкодисперсный порошок светло-коричневого цвета, плотностью 1.23 г/см³, средневесовой молекулярной массой 1702 Да степенью полидисперсности 2.11, удельной поверхностью 29.8 м²/г, общим

объемом пор 0.012 см³/г, средним диаметром пор 3.7 нм. Показана возможность получения на основе органосольвентного лигнина эффективных энтеросорбентов, имеющих перспективы использования в медицине и ветеринарии.

Впервые предложено осуществлять фракционирование биомассы древесины березы на ксилан, ксилозу, левулиновую кислоту и энтеросорбенты путем интеграции процессов щелочного фракционирования биомассы на ксилан и лигноцеллюлозу, фракционирования лигноцеллюлозы в среде этанола на целлюлозу и этаноллигнин, каталитического гидролиза ксилана до ксилозы и целлюлозы до левулиновой кислоты, получения энтеросорбентов экстракционной обработкой этаноллигнина. Проведена оптимизация указанных процессов с целью подбора условий их осуществления, обеспечивающих высокий выход ксилозы, левулиновой кислоты, энтеросорбентов. Путем экстракции древесины 4 % раствором щелочи и дальнейшего осаждения этанолом получен ксилан с выходом 23 % от массы абсолютно сухой древесины (82,4 % от массы гемицеллюлоз в древесине) и лигноцеллюлозный продукт с выходом 67,5 % от массы абсолютно сухой древесины. Экстракционное фракционирование лигноцеллюлозного продукта на целлюлозу и растворимый этаноллигнин осуществляли в водно-этанольной среде. При температуре экстракции лигноцеллюлозы 190 °С и продолжительности 3 ч. получен с выходом 51,4 мас.% целлюлозный продукт, содержащий 93,3 мас.% целлюлозы и 3,4 мас.% остаточного лигнина, а также этаноллигнин с выходом 16,8 мас.%. Гидролиз ксилана при температуре 130 °С в присутствии твердого кислотного катализатора Amberlyst 15 позволяет получить ксилозу с высоким выходом при минимальном образовании фурфурола. Высокий выход левулиновой кислоты (31,0 мас.%) получен при сернокислом гидролизе целлюлозного продукта при температуре процесса 180 °С и продолжительности 2 ч. Путем обработки этаноллигнина водным раствором 0,4 % NaHCO₃ или кипящей водой получены энтеросорбенты, сорбционная способность которых в 2 раза выше, чем коммерческого катализатора «Полифепан». Полученные из древесины продукты охарактеризованы методами ИКС, ЯМР, РФА, БЭТ, СЭМ, ВЭЖХ, ГХ, ГПХ, химического и элементного анализа.

Впервые предложено осуществлять переработку основных компонентов биомассы древесины березы в микрофибриллированную и нанокристаллическую целлюлозы, ксилозу и энтеросорбенты путем интеграции экологически безопасных гетерогенно-каталитических процессов кислотного гидролиза и пероксидной делигнификации. Гидролиз гемицеллюлоз древесины березы при температуре 150 °С в присутствии твердого кислотного катализатора ZrO₂/SO₄ позволяет получать ксилозу с выходом 72,5% от массы гемицеллюлоз и лигноцеллюлозный продукт, содержащий (% мас.): 61,2 целлюлозы, 27,3 лигнина и 9,5 гемицеллюлоз. Определены оптимальные условия процесса пероксидной делигнификации лигноцеллюлозы древесины березы в среде «муравьиная кислота-вода» в присутствии катализатора TiO₂, обеспечивающие высокий выход (41.2 % от массы древесины) микрокристаллической целлюлозы (МКЦ). Путем сернокислотного гидролиза и ультразвуковой обработки МКЦ получены микрофибриллированная целлюлоза

(МФЦ) и нанокристаллическая целлюлоза (НКЦ) с выходом 27,7 мас.% и 10,9 мас.%, соответственно. Энтеросорбенты с высокой сорбционной активностью были получены из органосольвентного лигнина, образующегося как побочный продукт пероксидной делигнификации лигноцеллюлозы березы. Микрофибриллированная целлюлоза и нанокристаллическая целлюлоза имеют степень полимеризации 121 и 98, соответственно. Размер частиц МКЦ варьируется в широких пределах (от 30 до 300 мкм). Для образца МФЦ характерен широкий диапазон размеров частиц – от 55 до 173 нм. и средний диаметр частиц составляет 91,3 нм. В случае образца НКЦ наблюдается узкий диапазон распределения частиц по размерам и средний размер нановолокон равен 30,8 нм. Водные суспензии МФЦ и НКЦ имеют отрицательные значения ζ -потенциала – 24,4 мВ и -30,3 мВ вследствие наличия поверхностных отрицательно заряженных сульфатных групп и отличаются высокой стабильностью. Полученные продукты охарактеризованы методами ИКС, РФА, СЭМ, ГПХ, химического и элементного анализа.

Методами ^{31}P -ЯМР, ГПХ, СЭМ и элементного анализа изучены состав и строение этанолигнинов хвойной (пихта, сосна) и лиственной (осина, береза) древесины и продуктов их каталитической теломеризации 1,3-бутадиеном. Общее количество гидроксильных групп увеличивается в ряду этанолигнинов: березы < осины < сосны < пихты. Для модификации свойств этанолигнинов впервые использована реакция каталитической теломеризации с 1,3-бутадиеном при 70°C и 90°C в присутствии комплекса диацетата палладия (II) с натриевой солью трисульфататрифенилфосфина. Результаты изучения термической устойчивости растворенных этанолигнинов свидетельствуют о сохранении, при температурах 70°C и 90°C, достаточного количества ОН-групп, способных участвовать в реакции теломеризации с 1,3-бутадиеном. О протекании реакции теломеризации судили по содержанию гидроксильных групп в исходных этанолигнинах и продуктах их теломеризации. Установлено, что в реакции теломеризации лигнина участвуют только алифатические и фенольные гидроксильные группы. Теломеризация этанолигнинов увеличивает их среднюю молекулярную массу и снижает полидисперсность. Морфология теломеризованных и исходных образцов этанолигнинов существенно различается.

Впервые проведено сопоставление строения и свойств целлюлозных аэрогелей, полученных из целлюлоз древесины березы и хлопка в среде экологически безопасного растворителя – водного раствора полиэтиленгликоля и гидроксида натрия, а также продуктов их сульфатирования нетоксичным комплексом сульфаминовая кислота-мочевина. Продукты сульфатирования целлюлозных аэрогелей, в отличие от целлюлоз березы и хлопка, полностью растворимы в воде, причем их выход и степень замещения выше, чем при использовании исходных целлюлоз. Путем сушки растворенных продуктов сульфатирования целлюлозных аэрогелей получены гладкие и прозрачные пленки. Если при сульфатировании исходных целлюлоз при температуре 150°C степень сульфатирования не превышает 0.68, то в случае сульфатирования целлюлозных аэрогелей достигается степень

сульфатирования 1,01 уже при температуре 90 °С. Наблюдаемая повышенная реакционная способность целлюлозных аэрогелей в процессе сульфатирования по сравнению с исходными целлюлозами обусловлена увеличением количества доступных для атаки сульфатирующим реагентом гидроксильных групп за счет развитой поверхности аэрогелей. Строение и морфология полученных аэрогелей и пленок установлены с использованием методов СЭМ и АСМ. Аэрогель из целлюлозы березы (АЦБ) имеет сетчатую микрофибриллированную пористую структуру, а аэрогель из целлюлозы хлопка (АЦХ) – губчатую структуру, в которой наблюдается больше полостей и трещин, чем в образце АЦХ. Поверхность пленки, полученной на основе сульфатированного АЦБ сформирована частицами длиной 100-200 нм и шириной 50-70 нм, а пленки на основе сульфатированного АЦХ – частицами сферической формы с диаметром 70 -100 нм. Разработанный способ получения сульфатированных целлюлозных пленок может использоваться в медицине при создании антикоагулянтных покрытий.

Изучены гидротермальные превращения выделенной из древесины березы, микрокристаллической целлюлозы, катализируемые твердыми катализаторами на основе Al_2O_3 - V_2O_5 при температурах 180 и 215 °С. Активность этих катализаторов выше, чем катализаторов на основе сульфированного углерода с аналогичной концентрацией кислотных групп (в 2,5 раза быстрее скорость накопления глюкозы и в 4,4 раза быстрее скорость накопления 5-ГМФ). Регенерацию катализаторов осуществляли промывкой водой. При многократном использовании катализаторов (4 каталитических цикла) общий выход глюкозы и 5-гидроксиметилфурфуrolа снижается на 15% по сравнению с первым циклом. Катализаторы проявляют высокую активность в превращении глюкозы в 5-ГМФ при температуре 180 °С и не катализируют реакцию последующего его превращения в левулиновую кислоту, как это наблюдается в случае растворенных кислотных катализаторов. Обсуждена роль льюисовских и брэнстедовских кислотных центров в процессе гидролиза целлюлозы с участием твердых кислотных катализаторов.

• **Проект РФФИ-ККФПНИНТД № 20-43-242904 (р_мк) «Разработка экологически безопасных методов утилизации древесных отходов с получением буровых растворов, сорбентов и связующих материалов»**, *руководитель - д.х.н., профессор Б.Н. Кузнецов.*

Выполнены систематические междисциплинарные исследования, направленные на решение фундаментальной научной задачи по созданию основ новых экологически безопасных методов переработки многотоннажных отходов лесоперерабатывающей промышленности Красноярского края – коры лиственницы и гидролизного лигнина, позволяющие получить ассортимент востребованных продуктов. Достигнуты следующие результаты:

1. Охарактеризован состав и строение коры лиственницы физико-химическими, адсорбционными и химическими методами. Разработан эффективный и экологически безопасный метод комплексной переработки коры лиственницы с получением таннинов и лигноцеллюлозного материала, модифицированного окислительной

обработкой пероксидом водорода. Состав и строение химически модифицированных образцов из коры лиственницы установлены методами ИКС, СЭМ, рентгеноспектрального и рентгенофазового анализа, адсорбционными и химическими.

2. Проведен анализ последних публикаций по использованию гидролизного лигнина, который является крупнотоннажным отходом химической переработки древесины. Показано, что выполняемые научные исследования по утилизации гидролизного лигнина в основном направлены на совершенствование уже существующих методов переработки с получением лигноугля, углеродных сорбентов, топливных пеллет и на использование гидролизного лигнина в качестве частичной замены фенола в фенолформальдегидных смолах и для производства удобрений. Для повышения реакционной способности и растворимости гидролизного лигнина нами разработаны методы его щелочной и пероксидной модификации. Образцы исходного и химически модифицированного гидролизного лигнина были охарактеризованы методами химического и элементного анализа, ИКС, СЭМ, электроакустическим спектральным анализом и низкотемпературной адсорбцией азота (БЭТ).

3. Впервые предложено получать путем золь-гель конденсации смесей таннинов коры лиственницы и гидролизного лигнина с формальдегидом и фурфуроловым спиртом пористые органические таннин-лигнин-формальдегидные и таннин-лигнин-фурфуроловые ксероргели. Физико-химические свойства исходных компонентов (таннина, гидролизного лигнина) и синтезированных органических гелей охарактеризованы с использованием химического и элементного анализа, ИКС, СЭМ, низкотемпературной адсорбции азота (БЭТ). Предложенный вариант совместной переработки экстрактивных веществ коры лиственницы и гидролизного лигнина позволяет организовать производство востребованных пористых органических гелей и снизить негативное воздействие древесных отходов на окружающую среду.

4. Разработаны рецептуры буровых растворов, содержащих добавки модифицированных гидролизных лигнинов и изучены реологические, фильтрационные и ингибирующие свойства глинополимерных буровых растворов на водной основе. Установлено, что введение добавок в буровые растворы оказывает значительный разжижающий эффект. Реологические характеристики буровых растворов существенно зависят от вида химической модификации и концентрации лигнина, что дает возможность управлять свойствами буровых растворов. Использование гидролизного лигнина для получения недорогих и экологически безопасных компонентов буровых растворов является перспективным направлением утилизации этого крупнотоннажного отхода.

• **Проект РФФИ-ККФПНиНТД № 20-43-243001 (р_мол_а_Красноярск)**
«Разработка фундаментальных основ модификации растительных и бактериальных полисахаридов как перспективных полифункциональных материалов», *руководитель - к.х.н. А.С. Казаченко.*

Впервые для получения алкилированных производных ксантана и галактоманнана гуаровой камеди был впервые использован метод алкилирования

бромбутаном в присутствии гидроксида натрия как катализатора процесса при комнатной температуре. Полученные продукты (бутиловый эфир ксантана и бутиловый эфир галактоманнана) сушили на воздухе до постоянной массы, затем растирали до порошкообразного состояния и промывали этанолом для удаления непрореагировавших веществ. С целью расчета степени замещения в полученных продуктах были рассчитаны теоретические отношения (мас.%) С, Н, О элементов. В качестве модели для расчета было взято элементарное звено ксантана или элементарное звено галактоманнана гуаровой камеди (для бутиловых эфиров ксантана или галактоманнана, соответственно). Сопоставление экспериментальных и теоретических значений элементного состава проводилось с целью расчета степени замещения в полученных образцах бутилового эфира ксантана или галактоманнана гуаровой камеди. Для ксантана была получена относительно невысокая степень замещения (15.2 %) в сравнении с галактоманнаном (34%), что может быть вызвано более разветвленной структурой ксантана, чем у галактоманнана, и, как следствие, диффузионными ограничениями и стерическим фактором, затрудняющими взаимодействие реагентов с реакционноспособными группами. Наибольшая степень замещения для бутиловых эфиров, как ксантана, так и галактоманнана гуаровой камеди достигается при проведении процесса в течение 24 часов при комнатной температуре.

На примере одного из самых распространенных полисахаридов – крахмала исследованы различные катализаторы и растворители процесса его модификации сульфатными группами с помощью сульфаминовой кислоты. Показано, что наибольшее содержание сульфатных групп достигается при использовании диметилсульфоксида в качестве растворителя и мочевины в качестве катализатора процесса сульфатирования сульфаминовой кислотой. Сульфатированные производные крахмала были исследованы методами элементного анализа и ИК-спектроскопии. Для поиска оптимальных условий сульфатирования крахмала сульфаминовой кислотой в ДМСО в присутствии мочевины, а также исследования влияния условий процессов химической модификации, была проведена математическая и экспериментальная оптимизация этого процесса. Численную оптимизацию процесса сульфатирования крахмала сульфаминовой кислотой проводили с помощью программы Statgraphics Centurion XVI. Повышение температуры процесса должно приводить к увеличению скорости как сульфатирования, так и деполимеризации, но в разной степени. Очевидно, что низкомолекулярные крахмальные фракции не только проявляют высокую реакционную способность в реакции сульфатирования, но также претерпевают более быструю гидролитическую деполимеризацию под действием сульфаминовой кислоты. Поскольку скорость деполимеризации увеличивается с увеличением температуры процесса, со временем образуется большое количество низкомолекулярного сульфатированного продукта с достаточно высоким содержанием серы, который удаляется во время диализной очистки.

В качестве независимых переменных в исследовании включены два фактора: X_1 -

температура процесса, °С; X_2 - продолжительность процесса сульфатирования, час. Результат процесса сульфатирования характеризовался выходным параметром: Y_1 - содержание серы в сульфатированном крахмале, мас. %. Зависимость выходного параметра (Y_1) от переменных факторов процесса была аппроксимирована уравнениями регрессии второго порядка. Показано, что оптимальными условиями получения сульфатов крахмала (в рамках принятых условий экспериментов), обеспечивающими максимальное содержание серы в продукте реакции, являются: температура 87,1 °С и продолжительность 2,7 часа.

Полученные новые бутиловые производные ксантана и галактоманнана гуаровой камеди имеют перспективу применения в медицине и фармацевтике – как безопасные и биоразлагаемые пленки и оболочки таблеток, в строительстве – как нетоксичные добавки к клеям. Кроме того, сульфатированные производные крахмала имеют перспективу применения в медицине в качестве антикоагулянтного и гипополипидемического вещества (как альтернатива варфарину и гепарину).

Международное сотрудничество: Осуществлялось сотрудничество с зарубежными организациями по следующим тематикам:

- МНО «Каталитическая переработка биомассы в ценные продукты» совместно с ИК СО РАН, СФУ, НЦНИ (Париж, Франция), Университетом Клода Бернара (Лион, Франция), Университетом Страсбурга (Страсбург, Франция).

5. НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

5.1. Международное сотрудничество

В рамках сотрудничества с Монголией выполняются работы по гранту конкурса проектов фундаментальных научных исследований, проводимого совместно РФФИ и Министерством культуры, образования, науки и спорта Монголии: Монг_т №19-53-44001\19 «Создание фундаментальных основ процесса сольвентной деполимеризации органического вещества углей с получением поликонденсированных ароматических углеводородов как сырья для производства углеродных материалов» 2019-2022 гг. Руководители проекта: д.х.н., проф. П.Н. Кузнецов (ИХХТ СО РАН), г.н.с. Б. Авид (ИХХТ МАН)

Проект направлен на решение фундаментальной научной задачи создания физико-химических основ процесса сольвентной деполимеризации органической массы углей с образованием поликонденсированных ароматических углеводородов, необходимых для получения новых углеродных материалов. Ведутся работы по установлению закономерностей влияния состава и структуры органического вещества природных углей на их реакционную способность по отношению к растворителям с различными сольватирующими свойствами в мягких условиях и созданию селективного процесса получения целевых продуктов – концентратов полиароматических углеводородов как сырья для производства углеродных материалов. В результате реализации проекта в 2021 году опубликованы 6 статей и было принято он-лайн участие на конференциях с 3 докладами.

Младший научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования материалов Вигуль Д.О. принял участие в VII Международной научно-технической конференции «Альтернативные источники сырья и топлива (АИСТ - 2021)» и выступил с устным докладом «Влияние массопереноса и кислотного предгидролиза на процесс каталитического окисления костры льна (*linum usitatissimum*) в ванилин и целлюлозу», авторов: Д.О. Вигуль, В.Е. Тарабанько, К.Л. Кайгородов, Ю.В. Челбина, в котором были представлены результаты выполнения работ по проекту Российского научного фонда № 20-63-47109 «Комплексная (термическая и каталитическая) переработка отходов агропроизводства».

5.2 Связи с отраслевой и вузовской наукой

Договоры о сотрудничестве

- ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» в рамках соглашения с ФИЦ КНЦ СО РАН от 04.02.2018 г.
- Договор о научно-техническом сотрудничестве между ИХХТ СО РАН и ФГОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет» от 01.10.2007 г.
- Договор о сотрудничестве между ИХХТ СО РАН и ФГОУ ВПО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» от 03.11.2010 г. (бессрочно).
- Договор о практической подготовке обучающихся между ИХХТ СО РАН и ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» от 16.06.2021 г. № 107-м (Институт цветных металлов и материаловедения) и от 19.05.2021 №4/80 (Институт нефти и газа) (срок действия договоров 6 лет).
- Договор о практической подготовке обучающихся между ИХХТ СО РАН и ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» (СибГУ им. М.Ф. Решетнева) от 10.03.2021 г. № 412л (Институт химических технологий).
- Договор на проведение полевых испытаний между ИХХТ СО РАН и Красноярским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства – обособленным подразделением ФИЦ КНЦ СО РАН от 06.05.2020 г. №10.
- Соглашение о сотрудничестве между ИХХТ СО РАН и Обществом с ограниченной ответственностью «Восток» (ООО «Восток») от 18.03.2021 г. (срок действия 3 года).
- Соглашение о сотрудничестве между ИХХТ СО РАН и Обществом с ограниченной ответственностью «УРАЛ Нефтепромышленное Оборудование Сервис» (ООО «УРАЛ НПО Сервис») от 17.05.2021 г. (срок действия 3 года).
- Соглашение о взаимодействии в целях сотрудничества в развитии БИОЭКОНОМИКИ, в энергетическом, промышленном, коммунальном, лесном и аграрном комплексах Красноярского края между ИХХТ СО РАН и Восточно-Сибирской ассоциацией биотехнологических кластеров (ВСА БТК) от 29.06.2021г. (действует до 31.12.2024г.).
- Договор о сотрудничестве между ИХХТ СО РАН и ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Красноярском крае, Республики Хакасия и Республике Тыва» и Муниципальным предприятием ЗАТО «Пассажирское автотранспортное предприятие», г. Железногорск, Красноярского края № 001 от 4 февраля 2019 г. (срок действия 2 года).

- Соглашение о совместной научно-практической деятельности и информационном обмене между Институтом катализа им. Г.К. Борескова (ИК СО РАН, г. Новосибирск) и ФИЦ КНЦ СО РАН, от 16 мая 2019 г. (срок действия 10 лет).

Научно-образовательные центры

НОЦ «Поверхностные явления в переработке сырья цветных, редких и благородных металлов и создании новых материалов на их основе»

Руководитель: д.х.н., проф. Сайкова С.В.

НОЦ «Поверхностные явления» организован в Институте химии и химической технологии СО РАН в 2009 г. с участием Института цветных металлов и материаловедения и Института нефти и газа Сибирского федерального университета. Направленность научных исследований НОЦ соответствует тематике работ лаборатории гидрометаллургических процессов по проекту № 0287-2021-0014 по приоритетному направлению Программы фундаментальных и поисковых научных исследований СО РАН на 2021-2030 годы по химическим наукам «Физико-химические основы новых экологически безопасных и безотходных технологий для разделения и извлечения стратегически важных металлов» (координатор: д.х.н. В.И. Кузьмин).

Работы выполнялись:

- студентом 3 курса ИЦМиМ СФУ Софич В.Д. – рук.: к.х.н. Кузьмин Д.В.;
- специалистами ИЦМиМ СФУ: Макеевой Д.А., Нетесовой В.В. - рук. д.х.н. Сайкова С.В., к.х.н. Пантелеева М.В.;
- магистрантом 1 курса ИНиГ СФУ: Макаровской Н.С. – рук.: к.х.н. Кузнецова Л.И.

Совместные публикации:

1. Saikova S.V., Pavlikov A.Yu., Trofimova T.V., Mikhlin Yu.L., Karpov D.V., Asanova A.A., Grigoriev Yu.S., Volochaev M.N., Zharkov S.M. Velikanov D.A. Hybrid Nanoparticles Based on Cobalt Ferrite and Gold: Preparation and Characterisation // Metals. - V.11, Is. 5. – № 705. Publ.: MAI 2021 DOI: DOI: 10.3390/met11050705;
2. Fadeeva N.P., Saikova S.V., Pikurova E.V., Fadeev Yu.V., Samoilo A.S., Tambasov I.A. A New Method of Obtaining Transparent Conducting Films of Indium (III) Oxide and Indium-Tin Oxide // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY.– V.14, Is. 1. – P. 43-58. – Publ.: 2021. DOI: 10.17516/1998-2836-0215;
3. Saikova S.V., Chistyakov D.I., Saikova D.I., Mikhlin Y.L., Kuzmin D.V. Synthesis and Characterization of Lead Dibutyl Dithiophosphate Nanoparticles // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY - CHEMISTRY. – V.14, Is.3. – P.350-359. – Publ.: 2021. DOI: 10.17516/1998-2836-0243.

Сделаны доклады с опубликованием материалов:

1. Makarovskaya N.S., Kuznetsova L.I. Thermal Dissolution of Coal. // III Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «БОРИСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ». - Красноярск, 23–24 сентября 2021 г. С.392-394. <http://conf.sfu-kras.ru/1014> - elibrary: ID:46696033 – устный (рук.: к.х.н. Кузнецова Л.И.);
2. Воробьев С.А. Синтез, особенности и применение высококонцентрированных гидрозолей серебра // Сборник трудов конференции молодых ученых ФИЦ КНЦ СО РАН, секция «Химия». 2021. С.18-20 – устный;
3. Казакевич Д.А. Исследование процесса цементации благородных металлов из солянокислых сред в присутствии нитрат и сульфат ионов // Сборник трудов конференции молодых ученых ФИЦ КНЦ СО РАН, секция «Химия». 2021. С. 32-33 – устный (рук.: к.х.н. Калякин С.Н.);
4. Киршнева Е.А., Сайкова С.В., Пантелеева М.В., Григорьева Е.В. Анионообменный синтез наноструктурированного порошка железо-эрбиевого граната ($\text{Er}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$) // Ресурсосберегающие и экологобезопасные процессы в химии и химической технологии [Электронный ресурс]: Тез. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Пермь, 6–8 декабря 2021 г.) / отв. за вып. А. М. Елохов; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2021. – ISBN 978-5-7944-3752-2; 101 с. - С.35; on-line;
5. Киршнева Е.А., Григорьева Е.В., Пантелеева М.В., Сайкова С.В. Определение условий синтеза нанопорошка железо-эрбиевого граната и исследование свойств полученного продукта // Metallurgy цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН (Красноярск, 6-9 сентября 2021 г.). - С.106-108 – устный;
6. Киршнева Е.А., Григорьева Е.В., Пантелеева М.В., Сайкова С.В. Получение феррит-граната эрбия с использованием анионообменного осаждения и изучение его свойств // Сборник трудов конференции молодых ученых ФИЦ КНЦ СО РАН, секция «Химия». 2021. С.41-44 – устный (рук.: д.х.н. Сайкова С.В.);
7. Павликов А.Ю. (СФУ) Получение и характеристика наночастиц феррита меди // Ресурсосберегающие и экологобезопасные процессы в химии и химической технологии [Электронный ресурс]: Тез. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Пермь, 6–8 декабря 2021 г.) / отв. за вып. А. М. Елохов; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2021. – ISBN 978-5-7944-3752-2; 101 с. – С. 55; on-line;

8. Сайкова С.В., Пантелеева М.В. Катионообменное растворение и анионообменное осаждение как ресурсосберегающие процессы в химии и химической технологии. // Ресурсосберегающие и экологобезопасные процессы в химии и химической технологии [Электронный ресурс]: Тез. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Пермь, 6–8 декабря 2021 г.) / отв. за вып. А. М. Елохов; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2021.– ISBN 978-5-7944-3752-2; 101 с. – С. 77; on-line;

НОЦ «Химия биомассы»

Руководитель: д.х.н., проф. Кузнецов Б.Н.

НОЦ «Химия биомассы» организован в Институте химии и химической технологии СО РАН в 2012 г. с участием Института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета.

Направленность научных исследований НОЦ соответствует тематике работ лабораторий химии переработки органического сырья (зав. лаб. Кузнецов Б.Н.) и каталитических превращений возобновляемых ресурсов (зав. лаб. Таран О.П.) по проектам ГЗ 0287-2021-0017 «Физико-химические основы новых экологически безопасных и ресурсосберегающих методов направленной трансформации возобновляемых растительных полимеров (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз) в востребованные функциональные полимеры, нанокompозитные материалы и ценные химические продукты» и 0287-2021-0012 «Исследования механизмов каталитических реакций в водной и водно-органической средах, реакционной способности и физико-химических свойств веществ из природного органического сырья с применением комплекса экспериментальных и теоретических методов».

Сотрудники ИХХТ СО РАН ведут специальные курсы по дисциплинам у студентов 3-5 курсов СФУ: «Хроматографические методы анализа» Таран О.П., «Аналитическая химия нефти и нефтепродуктов» Скрипников А.М., «Высокомолекулярные соединения», «Химические основы биологических процессов» Маляр Ю.Н.

НОЦ «Микросферические, наноструктурированные функциональные материалы в процессах добычи и переработки нефти и газа»

Руководитель: д.х.н., проф. Анищ А.Г.

Сибирский федеральный университет (СФУ): Институт нефти и газа, Политехнический институт; Красноярский региональный центр коллективного пользования СО РАН.

НОЦ «Микросферические, наноструктурированные функциональные материалы в процессах добычи и переработки нефти и газа» создан в Институте химии и химической технологии СО РАН в 2010 году с участием Красноярского регионального центра коллективного пользования СО РАН и Сибирского федерального университета.

Деятельность НОЦ направлена на развитие инновационной системы подготовки высококвалифицированных специалистов по химии и химической технологии функциональных материалов, добычи и переработки нефти и газа, владеющих современными знаниями и практическими навыками, и интеграционной деятельности ИХХТ СО РАН, КРЦКП СО РАН и СФУ.

Направленность исследований НОЦ соответствует тематике работ лаборатории каталитических превращений малых молекул ИХХТ СО РАН в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы): 1.4. Химические науки; 1.4.2. Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов; 1.4.2.3. Физико-химические основы синтеза функциональных материалов для различных областей современной техники; проект НИР «Развитие научных основ формирования функциональных материалов с заданными свойствами на основе сложных оксидных систем и микросфер энергетических зол», руководитель д.х.н., проф. Аншиц А.Г.

Тематики исследований НОЦ в 2021 г.:

– Исследование диффузионных свойств стеклокристаллических мембранных материалов на основе ценосфер в отношении бинарных смесей инертных газов He/Ne, He/N₂.

– Изучение факторов, влияющих на прочность композитных материалов на основе дисперсных фракций микросфер энергетических зол.

При выполнении работ НОЦ были задействованы приборы СФУ и Красноярского регионального центра коллективного пользования ФИЦ КНЦ СО РАН.

В исследованиях НОЦ принимали участие: зав. кафедрой топливообеспечения и горюче-смазочных материалов Института нефти и газа СФУ д.т.н., проф. Безбородов Ю.Н.; к.х.н., в.н.с. ИХХТ Шаронова О.М.; к.х.н., с.н.с. ИХХТ Фоменко Е.В.; к.ф.-м.н., с.н.с. Кухтецкий С.В.; к.х.н., доцент СФУ Ковалева М.А.; к.т.н., доцент СФУ Шрам В.Г.; с.н.с. ИХХТ Соловьев Л.А.; м.н.с. ИХХТ Роговенко Е.С.; вед. тех. ИХХТ Рабчевский Е.В.; а также студенты 4 курса группы НБ18-06Б кафедры топливообеспечения и горюче-смазочных материалов ИНиГ СФУ Кейль В.А., Довгая К.Р., Дубровин Д.Ф.

Совместные публикации:

Шаронова О.М., Дубровин Д.Ф., Аншиц А.Г. Влияние поликарбонатного суперпластификатора на свойства композитного вяжущего материала на основе высококальциевой летучей золы ТЭЦ // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Полимерные и композиционные материалы в условиях Севера», 12–15 октября 2021 г. – г. Якутск, Россия. – С. 117–121.

Базовые кафедры

Базовая кафедра «Композиционные материалы и физикохимия металлургических процессов»

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения

Руководитель: Рубайло А.И., д.х.н., профессор

Специальность, специализация – физическая химия, физические методы исследования, материаловедение

Количество преподавателей из ИХХТ СО РАН: 3

Количество преподавателей из СФУ: 8

Количество специализирующихся студентов – 15-20

Базовая кафедра органической и аналитической химии

Сибирский федеральный университет: Институт цветных металлов и материаловедения

Руководитель: Таран О.П., д.х.н., профессор РАН

Специальность: химия

Специализации: аналитическая химия, органическая химия

Количество преподавателей из ИХХТ СО РАН: 12 (г.н.с., д.х.н., проф. РАН Таран О.П.; г.н.с., д.х.н., проф. Кузнецов Б.Н.; г.н.с., д.х.н., проф. Рубайло А.И.; с.н.с., с.н.с., к.х.н. Калякин С.Н.; к.х.н. Маляр Ю.Н.; н.с., к.х.н. Казаченко А.С.; н.с., к.х.н. Зимонин Д.В.; н.с., к.х.н. Васильева Н.Ю.; м.н.с. Мирошникова А.В.; м.н.с. Скрипников А.М.; м.н.с. Боровкова В.С.; м.н.с. Ионин В.А.)

Количество преподавателей из СФУ: 12

Количество специализирующихся студентов: 40-45

Отделение кафедры обогащения полезных ископаемых

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения

Руководитель: Брагин В.И., д.т.н., профессор

Специальность: обогащение полезных ископаемых

Количество преподавателей из ИХХТ СО РАН: н.с., к.т.н. Усманова Н.Ф., н.с., к.х.н. Борисов Р.В., н.с., к.т.н. Вашлаев И.И., н.с., к.т.н. Бурдакова Е.А.

Количество преподавателей из СФУ: 10

Количество специализирующихся студентов: 4-5 в год

Отделение кафедры Металлургия цветных металлов

Сибирский федеральный университет, Институт цветных металлов и материаловедения

Руководители: от ИХХТ СО РАН - В.И. Кузьмин; от ИЦМиМ СФУ - д.х.н. Н.В. Белоусова

В рамках работы отделения кафедры проводились автоклавные исследования особенностей растворения родия, иридия и платины в солянокислых растворах. Исследованы процессы обогащения типовых концентратов МПГ. Задействованы возможности межкафедральной лаборатории автоклавных технологий.

В цикле совместных работ принимали участие:

- в.н.с. ИХХТ Белоусов О.В.;
- доцент СФУ Рюмин А.И.;
- н.с. ИХХТ Борисов Р.В.;
- инженер ИХХТ Гризан Н.В.;
- аспирант ИХХТ Акименко А.А.;
- аспирант СФУ Сиротина Д.Ю.

Совместные публикации:

1. Belousov O.V., Borisov R.V., Belousova N.V., Ryumin A.I. Extraction of trace elements from platinum group metal concentrates in hydrothermal conditions // TSVETNYE METALLY. – 2021. – №6. – P. 23-30. Publ: 30 June 2021 DOI:10.17580/tsm.2021.06.03. S2

2. Belousova N.V., - Belousov O.V., Borisov R.V., Akimenko A.A. Autoclave dissolution of platinum metals in hydrochloric acid oxidizing // RUSSIAN JOURNAL OF NON-FERROUS METALS - V. 27, Is.5. – P. 50-57. Publ.: 2021. DOI: 10.3103/S1067821221060043

Учебное пособие

Белоусова Н.В., Белоусов О.В., Ясинский А.С. Теория металлургических процессов / Белоусова Н.В.; Б438 Теория металлургических процессов : учебник – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 400 с.; ISBN 978-5-7638-4406-1; УДК 669.01/.09(07); ББК 34.33я73 – 500 экз.; Электронный вариант издания: <http://catalog.sfu-kras.ru>

Доклады и тезисы:

1. Акименко А.А., Борисов Р.В. Растворение металлических родия и иридия в автоклавных условиях // Сборник трудов конференции молодых ученых ФИЦ КНЦ СО РАН, секция «Химия». 2021. С. 5-8.

2. Акименко А.А., Белоусов О.В., Борисов Р.В. Растворение металлических родия и иридия в автоклавных условиях // Металлургия цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН (Красноярск, 6-9 сентября 2021 г.). С. 57-59.

3. Акименко А.А., Белоусов О.В., Борисов Р.В. Растворение металлических родия и иридия в автоклавных условиях // Металлургия цветных, редких и

благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН (Красноярск, 6-9 сентября 2021 г.). С. 57-59.

4. Борисов Р.В., Белоусов О.В. Синтез металлических наночастиц иридия в автоклаве // Металлургия цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН (Красноярск, 6-9 сентября 2021 г.). С. 51-53

5. Борисов Р.В., Брагин В.И., Жижаяев А.М., Усманова Н.Ф. Изучение процессов осаждения золота на лежалых хвостах переработки золотосодержащих руд // Материалы Международной конференции “Инновационные процессы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья” (Плаксинские чтения – 2021). С.413-416.

Совместные лаборатории

Лаборатория микросферических функциональных материалов

Сибирский федеральный университет, Политехнический институт

Руководитель: д.х.н., проф. Анищук А.Г.

Основной целью деятельности совместной Лаборатории является проведение научных исследований для решения фундаментальной проблемы формирования новых функциональных микросферических и композитных материалов с заданными свойствами.

Исследования направлены на достижение прорывных результатов для реализации приоритетных направлений Стратегии научно-технического развития Российской Федерации: а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта; б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии; выполняются в рамках приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ: «6. Рациональное природопользование» и «8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика».

Тематика совместных работ в 2021 г.:

– Исследование взаимосвязи «состав – строение – маршруты образования – свойства» микросфер энергетических зол.

При выполнении работ были задействованы приборы СФУ: синхронный термоанализатор STA 449C Jupiter (NETZSCH, Германия); исследовательский

оптический микроскоп «Axio Imager» DIM (Carl Zeiss, Германия); порошковый рентгеновский дифрактометр PANalytical X'Pert Pro MPD (Нидерланды).

В цикле совместных работ принимали участие: с.н.с., к.х.н. Фоменко Е.В.; с.н.с. Аншиц Н.Н.; с.н.с. Соловьев Л.А.; к.х.н., доцент СФУ Прокушкина М.П.; к.т.н., доцент СФУ Зыкова И.Д.; м.н.с. аспирант Роговенко Е.С.; вед. инженер Акимочкина Г.В.; инженер, магистрант 1 курса СФУ ИНиГ Гареева А.С.

Совместные публикации:

1. Anshits N.N., Fomenko E.V., Anshits A.G. The composition–structure relationship and routes of formation of blocklike ferrospheres by pulverized combustion of two coal types // ACS Omega. – 2021. – V. 6. – Is. 40. – P. 26004–26015.

2. Fomenko E.V., Anshits N.N., Solovyov L.A., Knyazev Y.V., Semenov S.V., Bayukov O.A., Anshits A.G. Magnetic fractions of PM_{2.5}, PM_{2.5–10}, and PM₁₀ from coal fly ash as environmental pollutants // ACS Omega. – 2021. – V. 6. – Is. 30. – P. 20076–20085.

3. Vereshchagina T.A., Kutikhina E.A., Solovyov L.A., Vereshchagin S.N., Mazurova E.V., Anshits A.G. Hydrothermal co-processing of coal fly ash cenospheres and soluble Sr(II) as environmentally sustainable approach to Sr-90 immobilization in a mineral-like form // Materials. – 2021. – V. 14. – P. 5586.

4. Vereshchagina T.A., Kutikhina E.A., Fomenko E.V., Anshits A.G. Microsphere sorbents based on cenosphere supported zirconium molybdates and zirconium silicates for cesium-137 and strontium-90 removal from radioactive waste solutions // Chemistry for Sustainable Development. – 2021. – V. 29. – No. 3. – P. 261–268.

5. Vereshchagina T.A., Kutikhina E.A., Mazurova E.V., Fomenko E.V., Anshits A.G. Hydrothermal synthesis of cesium and strontium bearing mineral-like phases using coal fly ash cenospheres // Chemistry for Sustainable Development. – 2021. – V. 29. – No. 3. – P. 269–279.

Научная школа «Исследование гетерогенных систем и процессов в комплексной переработке полиметаллического сырья»

Научная школа «Исследование гетерогенных систем и процессов в комплексной переработке полиметаллического сырья» (НШ) сложилась в институте к концу 90-х годов. Работы коллектива под научным руководством Геннадия Леонидовича Пашкова, доктора технических наук, чл. кор. РАН, лауреата государственных премий, на тот момент - директора института, были поддержаны Советом по грантам Президента РФ в конкурсе государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации (гранты НШ-5487.2006.3; НШ-2149.2008.3). Коллектив НШ: сотрудники и аспиранты лаборатории гидromеталлургических процессов ИХХТ СО РАН, бакалавры и магистры СФУ. Научные исследования выполняются по направлениям: гидromеталлургические процессы – руководитель: Владимир Иванович Кузьмин, г.н.с., д.х.н.; химия поверхности твердых тел – руководитель: Юрий Леонидович Михлин, в.н.с., д.х.н., проф.; углехимия и углеродные материалы –

руководитель: Петр Николаевич Кузнецов; синтез и свойства функциональных материалов – руководитель: Светлана Васильевна Сайкова, в.н.с., д.х.н., проф.

Базовая школа РАН

ИХХТ СО РАН является куратором базовой школы РАН - МАОУ Лицей №7. Научное направление профильных классов - «Экологически чистая и ресурсосберегающая энергетика, эффективная глубокая переработка возобновляемого природного сырья с получением широкого спектра востребованных химических веществ». Занятия со школьниками проводят молодые сотрудники и аспиранты. Преподаватели школы: к.х.н. Маляр Ю.Н., к.х.н. Кузьмин Д.В., к.х.н. Зимонин Д.В., Мирошникова А.В. и педагоги дополнительного образования: Скрипников А.М., Ионин В.А., Боровкова В.С. и Вигуль Д.О. под научным руководством д.х.н., проф. РАН Таран О.П.

Связи с научно-исследовательскими институтами

Институт имеет научные контакты и выполняет совместные исследования со следующими институтами:

- Институт нефтегазовой геологии СО РАН (ИНГГ СО РАН г. Новосибирск)
- Центр новых химических технологий ИК СО РАН (ЦНХТ, г. Омск)
- Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов (ТувИКОПР СО РАН, г. Кызыл)
- Институт неорганической химии им. А.В. Николаева (ИНХ СО РАН, г. Новосибирск)
- Институт катализа им. Г.К. Борескова (ФИЦ ИК СО РАН, г. Новосибирск)
- Институт химии твердого тела и механохимии (ИХТТМ СО РАН, г. Новосибирск)
- Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск)
- Институт цитологии и генетики СО РАН (ФИЦ ИЦИГ СО РАН, г. Новосибирск)
- Федеральный исследовательский центр угля и углехимии (ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово)
- Институт химии нефти (ИХН СО РАН, г. Томск)
- Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова (ИОНХ РАН, г. Москва)
- Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова (ИНЭОС, г. Москва)
- Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН (ИПЛИТ - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, г. Москва)
- Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов

(ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ, г. Москва)

- Институт высокомолекулярных соединений РАН (ИВС РАН, г. Санкт Петербург)
- Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ, г. Москва)
- Национальный исследовательский Томский политехнический университет ФГАОУ ВО НИ ТПУ, г. Томск)
- Тверской государственный технический университет (ТвГТУ, г. Тверь)
- Институт геохимии им. А.П. Виноградова (ИГХ СО РАН, г. Иркутск)
- Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет» (ФГАОУ ВО СФУ, г. Красноярск)
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» (СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск)

Связи с промышленными предприятиями

Институт продолжает тесное взаимодействие с предприятиями профильных для Института отраслей промышленности, такими, как

- ОК «РУСАЛ», г. Красноярск (хоздоговор)
- ОАО «Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова», г. Красноярск (хоздоговор)
- ФГУП «Горно-химический комбинат», г. Железногорск (хоздоговор)
- АО «Сибпроект» г. Красноярск (хоздоговор)
- Кировский биохимический завод, г. Киров (договор)
- ООО «КрасКИП» (хоздоговор)
- «Артель старателей Июсская» (хоздоговор)

5.3 Преподавательская деятельность

Сведения об исследователях, осуществляющих преподавательскую деятельность

<i>Ф.И.О.</i>	<i>Степень, звание</i>	<i>Должность, ВУЗ</i>
Аншиц А.Г.	д.х.н., проф.	заведующий кафедрой химии Политехнического института СФУ, научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Белоусов О.В.	д.х.н.	профессор кафедры металлургии цветных металлов Института цветных металлов и материаловедения СФУ, научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Борисов Р.В.	к.х.н.	доцент кафедры обогащения полезных ископаемых Института цветных металлов и материаловедения СФУ
Боровкова В.С.		ассистент преподавателя кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ, педагог дополнительного образования, базовая школа РАН МАОУ Лицей №7, (8-9 классы)
Брагин В.И.	д.т.н.	заведующий кафедрой обогащения полезных ископаемых Института цветных металлов и материаловедения СФУ
Бурдакова Е.А.	к.т.н.	доцент кафедры обогащения полезных ископаемых Института цветных металлов и материаловедения СФУ
Бурмакина Г.В.	д.х.н.	научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Васильева Н.Ю.	к.х.н.	доцент кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ
Вашлаев И.И.	к.т.н.	доцент кафедры горные машины и комплексы Института горного дела, геологии и геотехнологий СФУ
Верпекин В.В.	к.х.н.	научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Вигуль Д.О.		химико-биологические исследования, 8-й класс базовая школа РАН МАОУ Лицей №7
Зимонин Д.В.	к.х.н.	доцент кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ, преподаватель Красноярского государственного аграрного университета, педагог дополнительного образования, базовая школа РАН МАОУ Лицей №7

Ионин В.А.		ассистент преподавателя кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ, педагог дополнительного образования, базовая школа РАН МАОУ Лицей №7, (8-9 классы)
Казаченко А.С.	к.х.н.	доцент кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ
Калякин С.Н.	к.х.н.	доцент кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ, научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Капаева С.Н.		ассистент СибГУ им. М.Ф. Решетнева
Корниенко Г.В.	к.х.н.	доцент СибГУ им. М.Ф. Решетнева
Кузнецов Б.Н.	д.х.н., проф.	профессор кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ, профессор СибГУ им. М.Ф. Решетнева, научный руководитель аспирантов ФИЦ КНЦ СО РАН
Кузнецов П.Н.	д.х.н., проф.	профессор Института нефти и газа СФУ
Кузьмин В.И.	д.х.н.	руководитель отделения кафедры Metallургия цветных металлов Института цветных металлов и материаловедения СФУ в ИХХТ СО РАН
Маляр Ю.Н.	к.х.н.	доцент кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ
Мирошникова А.В.		ассистент преподавателя кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ, педагог дополнительного образования, базовая школа РАН МАОУ Лицей №7, (8-9 классы)
Михайлов А.Г.	д.т.н.	профессор кафедры открытые горные работы Института горного дела, геологии и геотехнологий СФУ
Михлин Ю.Л.	д.х.н., проф.	научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Обухова А.В.	к.х.н.	доцент Института нефти и газа СФУ
Рубайло А.И.	д.х.н., проф.	профессор кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ

Сайкова С.В.	д.х.н., проф.	профессор кафедры физической и неорганической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ, научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Сафин В.А.	к.х.н.	доцент базовой кафедры химии и технологии природных энергоносителей и углеродных материалов Института нефти и газа СФУ
Скрипников А.М.		ассистент преподавателя кафедры органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ, педагог дополнительного образования базовая школа РАН МАОУ Лицей №7, (8-9 классы)
Тарабанько В.Е.	д.х.н., проф.	научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Тарабанько Н.В.	к.х.н.	научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Таран О.П.	д.х.н., проф. РАН	заведующий кафедрой органической и аналитической химии Института цветных металлов и материаловедения СФУ, научный руководитель аспирантов ФИЦ КНЦ СО РАН
Усманова Н.Ф.	к.т.н.	доцент кафедры обогащения полезных ископаемых Института цветных металлов и материаловедения СФУ
Харитоновна М.Ю.	к.т.н.	доцент кафедры экспериментальной физики и инновационных технологий Института инженерной физики и радиоэлектроники СФУ
Чесноков Н.В.	д.х.н.	научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН
Шор Е.А.	к.х.н.	научный руководитель аспиранта ФИЦ КНЦ СО РАН

Дипломные работы студентов, выполненные в ИХХТ СО РАН, 2020-2021 учебный год

ФИО	ВУЗ	Название работы	Дата защиты	оценка	Лаборатория ИХХТ СО РАН	Научный руководитель
Кулакова Елена Сергеевна	СФУ	«Синтез и исследование пленок на основе гемицеллюлоз, модифицированных двухосновными карбоновыми кислотами» бакалавр	21.06.2021	хорошо	лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов	к.х.н., с.н.с. Ю.Н. Маляр
Неизвестных Анастасия Михайловна	СФУ	«Исследование процесса выделения гемицеллюлоз древесины ели методом окислительной делигнификации» специалист	21.06.2021	отлично	лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов	к.х.н., с.н.с. Ю.Н. Маляр
Петрова Анна Олеговна	СФУ	«Синтез и физико-химическое исследование сульфатов хитозана» специалист	21.06.2021	отлично	лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов	к.х.н., с.н.с. Ю.Н. Маляр
Нурбоев Тимур Александрович	СФУ	«Синтез и физико-химическое исследование сульфатированных производных гемицеллюлоз древесины ели» специалист	21.06.2021	хорошо	лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов	к.х.н., с.н.с. Ю.Н. Маляр

Боровкова Валентина Сергеевна	СФУ	«Физико-химическое исследование древесной гемицеллюлозы осины» магистр	21.06.2021	отлично	лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов	к.х.н., с.н.с. Ю.Н. Маляр
Машкова Дарья Александровна	СФУ	«Изучение физико-химических свойств сульфатированного крахмала, полученного методами твердофазного синтеза» Магистр	21.06.2021	хорошо	лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов	к.х.н., с.н.с. Ю.Н. Маляр
Погадаева Арина Владимировна	СибГУ им. М.Ф. Решетнева	«Проект участка сушки смешанного криолита и очистки отходящих газов на АО «РУСАЛ Красноярск» бакалавр	24.06.2021	отлично	лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов	к.х.н., с.н.с. Корниенко Г.В.
Дайбер Диана Андреевна	СибГУ им. М.Ф. Решетнева	«Проект участка «сухой» очистки отходящих газов от корпусов электролиза алюминия на АО «РУСАЛ Красноярск» бакалавр	24.06.2021	отлично	лаборатория каталитических превращений возобновляемых ресурсов	к.х.н., с.н.с. Корниенко Г.В.
Гончаренко Т.В.	СФУ	«Проект обогатительной фабрики на базе фосфоритовых руд фабрики «Обладжан» со специальной частью «Применение рентгенорадиометрической сепарации в цикле рудоподготовки» специалист	2.02.2021	хорошо	лаборатория минеральных ресурсов	к.т.н., н.с. Усманова Н.Ф.

Гилева Ю.С.	СФУ	«Проект обогатительной фабрики на базе золотосодержащих руд месторождения «Невское» со специальной частью «Снижение потерь металла с хвостами обогащения» специалист	2.02.2021	хорошо	лаборатория минеральных ресурсов	к.т.н., н.с. Усманова Н.Ф.
Демиденко И.О.	СФУ	«Новые гетерометаллические соединения на основе комплексов золота(i) и фенилвинилиденов марганца и рения» бакалавр	21.06.2021	отлично	лаборатория молекулярной спектроскопии и анализа	к.х.н., с.н.с. Верпекин В.В.
Казанцева Юлия Григорьевна	СФУ	«Изучение состава и свойств продуктов переработки древесины берёзы физико - химическими методами анализа» бакалавр	21.06.2021	хорошо	лаборатории химии природного органического сырья	к.х.н. Казаченко А.С.
Мусс Екатерина Игоревна	СФУ	«Сульфатирование этаноллигнина берёзы смесью сульфаминовой кислоты и мочевины в среде 1,4-диоксана» бакалавр	21.06.2021	отлично	лаборатории химии природного органического сырья	к.х.н. Левданский А.В. д.х.н. Кузнецов Б.Н. (СФУ)

5.4 Подготовка научных кадров в аспирантуре

Обучение аспирантов осуществляется на основании лицензии на осуществление образовательной деятельности № 2361 от 30 августа 2016 года, выданной ФИЦ КНЦ СО РАН и свидетельства о государственной аккредитации образовательных программ № 2621 от 16 июня 2017 года.

В 2021 году в аспирантуру ФИЦ КНЦ СО РАН на обучение принято 4 человека на бюджетные места по направлению подготовки 04.06.01 - химические науки, специальность 1.4.4 (02.00.04) - физическая химия. В сентябре 2021 года прошла государственная итоговая аттестация, дипломы об окончании аспирантуры получили 2 аспиранта; по специальности 02.00.04 - физическая химия и 05.17.07 - химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

На конец отчетного года в аспирантуре ФИЦ КНЦ СО РАН обучалось 15 аспирантов по направлению подготовки 04.06.01 - химические науки и 3 аспиранта по направлению 18.06.01 - химическая технология.

2020-2021 Учебный год

Аспирант ФИО	Специальность	Тема исследования	Научный руководитель	Срок обучения
<i>Выпуск 2021 года</i>				
Белаш Михаил Юрьевич	05.17.07 Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ	Получение биокompозитных материалов из отходов растительного сырья	д.х.н., доцент Чесноков Николай Васильевич	2017 – 2021гг.
Роговенко Елена Сергеевна	02.00.04 Физическая химия	Получение мембранных стеклокpисталлических материалов на основе ценосфер и исследование их проницаемости в отношении газов с различными кинетическими диаметрами	д.х.н., профессор Аншиц Александр Георгиевич	2017 – 2021гг.

<i>Четвертый год обучения</i>				
Акименко Алексей Андреевич	05.17.01 Технология неорганических веществ	Автоклавные технологии интенсификации разложения сырья на основе благородных металлов	к.х.н., доцент Белоусов Олег Владиславович	2018 - 2022гг.
Лукина Ксения Валерьевна	02.00.04 Физическая химия	Физико-химические исследования процессов пиро- и гидрометаллургической переработки авто- и нефтекатализаторов	д.х.н., профессор Рубайло Анатолий Иосифович	2018 - 2022гг.
Пестунов Андрей Викторович	02.00.04 Физическая химия	Деполимеризация древесных лигнинов в среде этанола в присутствии кислотных и металлических катализаторов	д.х.н., профессор Кузнецов Борис Николаевич	2016 -2022гг.
Сычев Валентин Владимирович	02.00.04 Физическая химия	Исследования каталитических превращений полисахаридов и их производных в ценные химические продукты	д.х.н., профессор РАН Таран Оксана Павловна	2018 - 2022гг.

<i>Третий год обучения</i>				
Вигуль Дмитрий Олегович	02.00.04 Физическая химия	Физико-химические основы переработки лигноуглеводного комплекса древесины методами окислительного и кислотного катализа	д.х.н., профессор Тарабанько Валерий Евгеньевич	2019 - 2023гг.
Иванеева Анастасия Денисовна	02.00.04 Физическая химия	Экспериментальное и теоретическое исследование высокодефектных нестехиометрических структур в поверхностных слоях и наночастицах халькогенидов металлов	д.х.н., профессор Михлин Юрий Леонидович	2017 - 2023гг.
Ионин Владислав Александрович	02.00.04 Физическая химия	Синтез и исследование функциональных материалов, полученных из компонентов растительной биомассы	д.х.н., профессор РАН Таран Оксана Павловна	2019 - 2023гг.
Кишнева Елизавета Александровна	05.17.01 Технология неорганических веществ	Синтез нанокристаллических ферритов редкоземельных элементов со структурой граната с использованием анионообменного осаждения	д.х.н., доцент Сайкова Светлана Васильевна	2019 - 2023гг.

Неделина Татьяна Сергеевна	02.00.04 Физическая химия	Редокс-свойства гетерометаллических комплексов родия, содержащих мостиковые алкильные и винилиденные лиганды	д.х.н., с.н.с. Бурмакина Галина Вениаминовна	2019 - 2023гг.
Черемискина Елена Владимировна	02.00.04 Физическая химия	Синтез и исследование свойств магнитных композитов, полученных с помощью полисахаридов	д.ф.-м.н., доцент Столяр Сергей Викторович	2019 - 2023гг.
<i>Второй год обучения</i>				
Голубков Виктор Александрович	02.00.04 Физическая химия	Особенности гидролиза углеводов с помощью твердых кислотных катализаторов	к.х.н. Тарабанько Николай Валерьевич	2020 - 2024гг.
Казакевич Дмитрий Алексеевич	05.17.01 Технология неорганических веществ	Осаждение металлов платиновой группы цементацией из солянокислых и сернокислых сред	к.х.н. Калякин Сергей Николаевич	2020 - 2024гг.
Куулар Айраана	02.00.04 Физическая химия	Нанокompозитные материалы на основе СВМПЭ и нановолокон оксида алюминия	к.т.н. Симунин Михаил Максимович	2020 – 2024гг.
Михлина Анна Васильевна	02.00.04 Физическая химия	Изучение каталитической активности кластеров переходных металлов методами квантовой химии	к.х.н. Шор Елена Александровна	2020 – 2024гг.

Лекомцева Екатерина Юрьевна	02.00.04 Физическая химия	Исследование текстуры гальванических покрытий из родия и рутения для процессов электрокаталитического окисления органических субстратов	д.х.н., профессор Корниенко Василий Леонтьевич	2020 – 2024гг.
Первый год обучения				
Боровкова Валентина Сергеевна	1.4.4 (02.00.04) Физическая химия	Физико-химические основы процессов выделения и модификации древесных гемицеллюлоз	к.х.н. Маляр Юрий Николаевич	2021 - 2025гг.
Зосько Николай Андреевич	1.4.4 (02.00.04) Физическая химия	Разработка фото-, электрокаталитических процессов конверсии компонентов растительной биомассы для химии и зеленой энергетики	к.х.н. Кенова Татьяна Александровна	2021 - 2025гг.
Капаева Светлана Николаевна	1.4.4 (02.00.04) Физическая химия	Электрокаталитическое окисление компонентов переработки биомассы в ценные продукты в водных средах	к.х.н. Корниенко Галина Васильевна	2021 - 2025гг.
Пономарев Илья Сергеевич	1.4.4 (02.00.04) Физическая химия	Синтез и изучение координационных соединений металлов группы меди и никеля с гибридными лигандами, содержащими донорные центры различной природы	к.х.н. Верпекин Виктор Васильевич	2021 - 2025гг.

5.5 Деятельность диссертационного совета

Совет по защите докторских и кандидатских диссертаций 24.1.228.04 (Д 003.075.05) создан на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». Совет утвержден приказом Минобрнауки России от 30 января 2017 года № 47/нк, приказами Минобрнауки России № 92/нк от 26 января 2018 года, № 272/нк от 27 марта 2019 года и № 29/нк от 28 января 2021 года внесены изменения в состав совета.

№	Ф.И.О.	Ученая степень	Специальность
1.	Чесноков Николай Васильевич (председатель)	доктор химических наук, доцент	2.6.12
2.	Кузнецов Борис Николаевич (зам.председателя)	доктор химических наук, профессор	2.6.12
3.	Бурмакина Галина Вениаминовна (ученый секретарь)	доктор химических наук, с.н.с.	1.4.4
4.	Аншиц Александр Георгиевич	доктор химических наук, профессор	2.6.7
5.	Верещагина Татьяна Александровна	доктор химических наук, с.н.с.	2.6.7
6.	Корниенко Василий Леонтьевич	доктор химических наук, профессор	1.4.4
7.	Кузнецов Петр Николаевич	доктор химических наук, профессор	2.6.12
8.	Кузнецова Светлана Алексеевна	доктор химических наук, доцент	1.4.4
9.	Кузьмин Владимир Иванович	доктор химических наук, с.н.с.	2.6.7
10.	Лавренов Александр Валентинович	доктор химических наук, доцент	2.6.12
11.	Левданский Владимир Александрович	доктор химических наук, доцент	2.6.12
12.	Михайлов Александр Геннадьевич	доктор технических наук, с.н.с.	2.6.7
13.	Михлин Юрий Леонидович	доктор химических наук, профессор	1.4.4
14.	Наслузов Владимир Алексеевич	доктор химических наук	1.4.4
15.	Поляков Петр Васильевич	доктор химических наук, профессор	2.6.7

16.	Рубайло Анатолий Иосифович	доктор химических наук, профессор	1.4.4
17.	Сайкова Светлана Васильевна	доктор химических наук, доцент	2.6.7
18.	Столяр Сергей Викторович	доктор физико- математических наук, доцент	2.6.7
19.	Тарабанько Валерий Евгеньевич	доктор химических наук, профессор	2.6.12
20.	Таран Оксана Павловна	доктор химических наук, профессор РАН	2.6.12
21.	Шиманский Александр Федорович	доктор химических наук, профессор	1.4.4

Диссертационному совету разрешено принимать к защите диссертации по химическим наукам по специальностям: 1.4.4 (02.00.04) – физическая химия, 2.6.7 (05.17.01) – технология неорганических веществ, 2.6.12 (05.17.07) – химия и технология топлив и высокоэнергетических веществ.

В 2021 году проведено 9 заседаний диссертационного совета, защищены 2 диссертации на соискание ученой степени доктора наук и 3 диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Краткий анализ диссертаций, утвержденных советом в течение отчетного года:

Диссертация **Белоусова Олега Владиславовича** «Физико-химические закономерности автоклавных гетерогенных процессов с участием высокодисперсных металлов платиновой группы» на соискание ученой степени доктора химических наук по специальностям 02.00.04 – физическая химия, 05.17.01 – технология неорганических веществ. Работа выполнена в лаборатории гидрометаллургических процессов ИХХТ СО РАН.

Автором установлены физико-химические закономерности гетерогенных процессов, протекающих с участием благородных металлов в гидротермальных условиях, и разработаны новые научно обоснованные технологические решения, направленные на развитие автоклавных технологий получения биметаллических наночастиц благородных металлов и переработки сырья, содержащего металлы платиновой группы.

Диссертация **Вотолина Константина Сергеевича** «Разработка научных основ получения гуминовых субстанций с заданным структурно-групповым составом из бурых углей» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.17.07 – химия и технология топлив и высокоэнергетических веществ. Работа выполнена в Институте углехимии и химического материаловедения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», г. Кемерово.

Вотוליным К.С. решена актуальная задача разработки научных основ получения из бурых углей гуминовых субстанций с заданными физико-химическими характеристиками, структурно-групповым составом, обладающих повышенной биологической активностью, имеющая существенное значение для развития процессов переработки твердых горючих ископаемых с целью получения продуктов нетопливного назначения.

Диссертация **Спиридонова Александра Михайловича** «*Адсорбция цетилтриметиламмоний бромида природным цеолитом и свойства его модифицированной поверхности*» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия. Работа выполнена в ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова» и ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск.

Автором решена актуальная задача – установлены закономерности адсорбции катионного поверхностно активного вещества – цетилтриметиламмоний бромида на поверхности клиноптилолита и предложен механизм формирования адсорбционных слоев в органомодифицированной форме цеолита со сверхвысокомолекулярным полиэтиленом, имеющая существенное значение для физической химии поверхностных явлений и химии полимеров.

Диссертация **Кутихиной Екатерины Анатольевны** «*Композитные сорбенты на основе ценосфер энергетических зол: синтез, строение и сорбционные свойства в отношении Cs^+ , Sr^{2+} и Nd^{3+}* » на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия. Работа выполнена в лаборатории каталитических превращений малых молекул ИХХТ СО РАН.

Автором установлены закономерности сорбции катионов Cs^+ , Sr^{2+} и Nd^{3+} новыми Zr-содержащими сорбентами заданного состава, строения, которые вносят существенный вклад в физическую химию поверхностных явлений на границе раздела фаз жидкость-твердое тело.

Диссертация **Смоликова Михаила Дмитриевича** «*Катализаторы изомеризации и риформинга углеводородов для интегрированных процессов производства экологически чистых моторных топлив*» на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 2.6.12 – химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ. Работа выполнена в Центре новых химических технологий ФИЦ ИК СО РАН, г. Омск.

Автором решена актуальная научная проблема, имеющая существенное значение химической технологии топлива. Автором разработаны научные основы приготовления бифункциональных катализаторов на основе сульфат и вольфраматсодержащих диоксидов циркония, галогенированного оксида алюминия. Получены новые катализаторы и предложены на их основе интегрированные процессы переработки бензиновых фракций для производства компонентов экологически чистых моторных топлив, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

В 2021 году сотрудниками Института защищены диссертация на соискание ученой степени доктора наук и диссертация на соискание ученой степени кандидата наук

№	ФИО, Название диссертации	Дата защиты	Организация, в которой проводилась защита	Присвоенная ученая степень	Ссылка на информацию о диссертации
1	Белоусов Олег Владиславович «Физико-химические закономерности автоклавных гетерогенных процессов с участием высокодисперсных металлов платиновой группы»	19.01.2021	ИХХТ СО РАН	Доктор химических наук 02.00.04 – физическая химия, 05.17.01 – технология неорганических веществ	http://www.icct.ru/node/432
2	Кутихина Екатерина Анатольевна «Композитные сорбенты на основе ценосфер энергетических зол: синтез, строение и сорбционные свойства в отношении Cs ⁺ , Sr ²⁺ и Nd ³⁺ »	20.04.2021	ИХХТ СО РАН	Кандидат химических наук 02.00.04 – физическая химия	http://www.icct.ru/node/464

5.6 Деятельность ученого совета

Состав Ученого совета избран Общим собранием научных работников ИХХТ СО РАН, протокол № 1 от 18.09.2020, утвержден Ученым советом ФИЦ КНЦ СО РАН от 30.09.2020.

В 2021 году проведено 16 заседаний Ученого Совета.

10 сентября 2021 г. прошло Торжественное заседание Ученого совета в связи с 40-летием ИХХТ СО РАН.

На заседаниях Ученого совета были обсуждены следующие вопросы:

О научно исследовательской и организационной работе

- Ежегодный отчет директора
- Рассмотрение и утверждение научных отчетов по проектам государственного задания
- Об определении принципов обеспечения научных подразделений института рабочими помещениями для выполнения научно-исследовательских работ

Об организации и проведении выборов директора ФИЦ КНЦ СО РАН

- Рекомендация кандидатур на должность директора ФИЦ КНЦ СО РАН
- Утверждение состава Избирательной комиссии от ИХХТ СО РАН

Кадровые и квалификационные вопросы:

- Утверждение квалификационных требований, предъявляемых к должностям научных работников ИХХТ СО РАН
- Заслушивание научных докладов в связи с аттестацией и прохождением по конкурсу на должности научных сотрудников
- Об итогах приема в аспирантуру, утверждение научных руководителей и тем диссертационных работ
- Выдвижение кандидатур сотрудников Института на награждение премиями и медалями за выдающиеся научные достижения в связи с 40-летием института
- Вручение дипломов о присуждении ученых степеней

Научные доклады:

Смоликов М.Д. «Катализаторы изомеризации и риформинга углеводородов для интегрированных процессов производства экологически чистых моторных топлив» в связи с представлением диссертации на соискание ученой степени доктора наук.

В связи с представлением диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук:

- Лутошкин М.А. «Состав и строение химически модифицированных древесных лигнинов и органических ксерогелей на основе полифенолов пихты»;
- Мирошникова А.В. «Физико-химические основы каталитической восстановительной деполимеризации лигнинов в среде сверхкритического этанола»;
- Шпакодраев К.М. «Выделение, идентификация компонентного состава и физико-химические исследования фракций бурогоугольных битумов»;
- Тугульдурова В.П. «Квантово-химическое обоснование реакций моно- и дикарбонильных соединений с аммиаком»;
- Бугрова Т.А. «Влияние природы носителя на активность нанесенных хромсодержащих катализаторов дегидрирования изобутана и окислительного дегидрирования этана в присутствии CO₂»

5.7 Популяризация научных знаний

Сотрудники института приняли участие в мероприятиях для школьников и студентов:

- конференция опорных школ РАН, 22 апреля 2021 года прошла вторая ежегодная конференция для учеников опорных школ. На конференции 2021 года члены жюри – ученые ФИЦ КНЦ СО РАН, отметили хороший уровень работ и осознанность в выборе тем. Лучшим проектом была признана работа Анны Захарченко и Юлии Лисицыной учениц 7 лицея «Выделение пектина из коры дерева». Научный руководитель – Юрий Маляр, кандидат химических наук, старший научный сотрудник Института химии и химической технологии СО РАН, рассказал, что Анна и Юлия уже участвовали в конференции прошлого года, работают увлеченно и видят свое будущее в биохимии.
- школа-лаборатория «От школьника до ученого, первые шаги» была организована для учеников классов РАН 24 ноября 2021 года ФИЦ КНЦ СО РАН, при поддержке Красноярского краевого фонда науки и приурочена к Году науки и технологий РФ.

ИХХТ СО РАН в средствах массовой информации:

- В газете «Наш Красноярский край» опубликована статья, посвященная разработкам к.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории физико-химических методов исследования материалов Геннадия Егоровича Селютина.
- Ученые нашего института рассказали телеканалу "Енисей" о своих разработках в области переработки растительного сырья, в частности, древесины. Исследователи разбирают ее на составляющие вещества, такие как целлюлоза, лигнин, битум, и ищут им промышленное применение. Так, например, благодаря исследованиям ученых Красноярского научного центра, из деревьев можно получить лекарства, ванилин и моторное биотопливо. Как это сделать, ученые объяснили в новом выпуске программы "Что и как" журналиста Александра Прудникова.

- В газете «Наука в Сибири» опубликована статья, посвященная «Зеленой» технологии переработки древесных отходов, что позволит экологически безопасно получать наноцеллюлозу, ванилин и другие ценные химические продукты. Ученые создали «зеленую» технологию для получения из отходов лесопиления наноцеллюлозу, ванилина и других ценных химических продуктов. Для переработки древесины используются такие малотоксичные реагенты, как вода, кислород, перекись водорода, кислород, уксусная кислота и этанол. Использование этой технологии вместо традиционных позволит значительно снизить негативное влияние на окружающую среду.

- В газете «Наука в Сибири» директор Института, д.х.н., проф. РАН О.П. Таран рассказала о том, с чем может быть связан отток научных кадров, что отпугивает молодых людей от карьеры научного сотрудника и какие условия нужны для комфортной и эффективной работы ученого, о том, чего остро не хватает исследователям.

- Публикация в газете «Наука в Сибири»: красноярские ученые разработали метод сульфатирования лигнина, полученного из отработанной пшеницы. Этот процесс наделяет лигнин водорастворимостью и антикоагулянтной активностью, что делает возможным его использование в фармакологии. Результаты исследования опубликованы в журнале CATALYSIS TODAY.

- Публикация в газете «Наука в Сибири»: Разработаны безопасные методы синтеза сульфатированных полисахаридов. Химики ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» разработали два новых способа получения модернизированных полисахаридов с антикоагулянтными свойствами. Замена токсичных реагентов кислотами сделает метод сульфатирования полисахаридов эффективнее и безопаснее для окружающей среды. Результаты исследования опубликованы в международном сборнике конференций Software Engineering Perspectives in Intelligent Systems и журнале Journal of Molecular Modeling.

Новости сайта ФИЦ КНЦ СО РАН:

- Опасные дисперсные частицы из угольной золы найдут свое применение в промышленности. Красноярские ученые охарактеризовали магнитные фракции дисперсных частиц размером меньше 10 микрон, входящих в состав летучих зол от промышленного сжигания угля на тепловых электростанциях. Это позволит использовать их для создания новых функциональных материалов и снизить загрязнение окружающей среды вредными для здоровья человека частицами-аэрозолями. Результаты работы опубликованы в журнале ACS Omega.

- Низкотоксичные гибридные наночастицы найдут применение в биомедицине. Красноярские ученые синтезировали гибридные наночастицы на основе феррита кобальта и золота. Новые частицы менее токсичны и дорогостоящи, могут потенциально применяться в медицине для адресной доставки лекарств и магнитной терапии. Результаты исследования опубликованы в журнале Metals.

- В обновленную версию списка самых цитируемых ученых мира в 2021 году вошли восемь исследователей ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН».

Наибольший прирост по сравнению с предыдущей версией рейтинга зафиксирован в категории самые цитируемые ученые прошлого года, где представленность красноярской науки увеличилась с 4 до 9 человек. База данных и ее описание опубликованы на сайте издательства Elsevier. В список наиболее цитируемых ученых также вошел г.н.с. лаборатории ГМП, д.х.н. Михлин Ю.Л.

- Определены лауреаты Премии Главы города молодым талантам 2021 года. «Премия Главы города молодым талантам» является именной городской премией и вручается ежегодно, с 1993 года талантливой молодёжи города. В номинации «За высокие достижения в научно-учебной деятельности» победителями стали пятеро исследователей ФИЦ КНЦ СО РАН из обособленных научных институтов организации. Один из победителей – с.н.с. лаборатории КПВР, к.х.н. Маляр Ю.Н.

5.8 Конференции, научные семинары, школы

Торжественное заседание Ученого совета, посвященное 40-летию Института

10 сентября в большом конференц-зале Института леса (Академгородок 50/28) прошло торжественное заседание Ученого совета ИХХТ СО РАН, посвященное 40-летию Института.

Торжественное заседание открыла директор Института д.х.н., проф. РАН Таран О.П. С приветственной речью обратился председатель Сибирского отделения РАН академик В.Н. Пармон (он-лайн), со словами поздравления выступили: и.о. директора ФИЦ КНЦ СО РАН д.с.-х.н. А.А. Шпедт, член-корр. РАН В.В. Шайдуров, руководители институтов ФИЦ КНЦ СО РАН (д.ф.-м.н. А.Д. Балаев, д.б.н. А.А. Онучин, к.с.-х.н. А.Г. Липшин и др.); друзья и коллеги из институтов РАН и СО РАН (ИК СО РАН, ИГиМ СО РАН, ИНГГ СО РАН, ИВС РАН), Сибирского федерального университета, Института химических технологий СибГУ им. ак. М.Ф. Решетнева.

С докладами выступили:

- заместитель директора по научной работе, д.х.н. Кузьмин В.И.: «Химико-металлургическое направление исследований в ИХХТ СО РАН - из прошлого в настоящее»;
- руководитель научного направления, д.х.н., профессор Кузнецов Б.Н.: «Развитие исследований в области переработки нетрадиционного органического сырья в ИХХТ СО РАН»;
- руководитель научного направления, д.х.н., профессор Аншиц А.Г.: «Физико-химические основы создания новых функциональных материалов для разных сфер применения»;
- главный научный сотрудник, д.х.н., профессор Рубайло А.И.: «40 лет: люди, факты, воспоминания».

Завершилось торжественное заседание Ученого совета выступлением директора-основателя Института д.х.н., проф. Губина Сергея Павловича с рассказом об истории создания Института

По окончанию заседания сотрудники Института были награждены памятными значками и грамотами Министерства науки и высшего образования РФ, Сибирского отделения РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН.



Поздравления в честь 40-летия ИХХТ СО РАН поступили от: академика Пармона В.Н. (Новосибирск), академика Холькина А.И. (Москва), БИП СО РАН (Улан-Удэ), ИБФ СО РАН (Красноярск), ИВМ СО РАН (Красноярск), ИВС РАН (Санкт-Петербург), ИГМ СО РАН (Новосибирск), ИК СО РАН (Новосибирск), ИЛ СО РАН (Красноярск), ИНГГ СО РАН (Новосибирск), ИНХ СО РАН (Новосибирск), ИОНХ РАН (Москва), ИПНГ СО РАН и ФИЦ ЯНЦ СО РАН (Якутск), ИФ СО РАН, (Красноярск), ИФХЭ РАН (Москва), ИХБФМ СО РАН (Новосибирск), ИХН СО РАН (Томск), ИХТТиМ СО РАН (Новосибирск), КНИИСХ ФИЦ КНЦ СО РАН (Красноярск), КрасНИИЖ ФИЦ КНЦ СО РАН (Красноярск), МГУ (Москва), МТЦ СО РАН (Новосибирск), НИИСХиЭА ФИЦ КНЦ СО РАН (Норильск), СибГУ им. М.Ф. Решетнева (Красноярск), ФИЦ УУХ СО РАН (Кемерово), ЦНХТ ФИЦ ИК СО РАН (Омск).

XIV международная Конференция «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук

С 6 по 9 сентября 2021 года прошла международная Конференция «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ

СО РАН). Организаторами Конференции являлись ИХХТ СО РАН и Институт цветных металлов и материаловедения СФУ. В работе Конференции приняли участие около 60 человек из России, Казахстана и Узбекистана. Были заслушаны 40 докладов представителей научно-исследовательских институтов, ВУЗов и предприятий.

Представлены доклады сотрудников Института химии и химической технологии СО РАН, Центра наноматериаловедения и лаборатории природоподобных технологий и техносферной безопасности Арктики Кольского научного центра РАН, Института химии Дальневосточного отделения РАН, Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Института металлургии Уральского отделения РАН, Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, ООО «Научно-исследовательского центра «Гидрометаллургия».

В работе Конференции активное участие приняли коллеги из ВУЗов: Сибирского федерального университета, Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Новосибирского государственного технического университета и др.

Был сделан ряд докладов от промышленных предприятий: ГК «Норильский никель» Заполярный филиал ПАО, ООО «Амурский гидрометаллургический комбинат», ООО «Завод редких металлов» (Новосибирская область), ООО «ИНТЕКО», «РАДОС» (г. Красноярск), Исследовательского центра АО «Полюс Красноярск» и др.

В работе Конференции участвовали представители Республики Казахстан - АО «Институт металлургии и обогащения», Satbayev University (г. Алматы), Республики Узбекистан: Институт общей и неорганической химии АН РУз (г. Ташкент) и Навоийский государственный горный институт (г. Навои).

Организаторами было отмечено активное участие в работе Конференции молодых ученых, аспирантов и студентов.

По результатам работы Конференции опубликован электронный Сборник тезисов докладов (РИНЦ). Всем участникам выданы сертификаты.

Оргкомитет Конференции определил четыре лучших доклада молодых ученых, один из которых «Определение условий синтеза нанопорошка железо-эрбиевого граната и исследование свойств полученного продукта» представила аспирант ФИЦ КНЦ СО РАН **Елизавета Киршнева**.

Организаторами мероприятия было внесено предложение, а затем единогласно принято решение присвоить Международной конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов» имя Геннадия Леонидовича Пашкова – ученого-металлурга, доктора технических наук, профессора, член-корреспондента РАН, выдающегося организатора и основателя Конференции.

Учитывая несомненный интерес представителей научного и технологического сообществ к решению проблем переработки минерального сырья и научным и техническим достижениям в этой области, предлагается рассмотреть возможность организации регулярного он-лайн семинара «Научные исследования и технологические разработки в металлургии цветных, редких и благородных

металлов». Данный семинар планируется проводить с участием ведущих специалистов академической и вузовской науки, промышленных предприятий.

Учитывая позитивный опыт и проявленный интерес к Конференции, Оргкомитет планирует и в дальнейшем ежегодно проводить данное научное мероприятие. Мы надеемся, что пандемия закончится и XV международная Конференция «Металлургия цветных, редких и благородных металлов имени Геннадия Леонидовича Пашкова» пройдет в сентябре 2022 года в городе Красноярске в рамках международного Конгресса «Цветные металлы и минералы».

Участие в подготовке и проведении V Школы молодых учёных «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы»

С 29 сентября по 02 октября 2021 года в Красноярске при активном участии молодых ученых ИХХТ СО РАН прошла V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». Организаторами школы выступили: ФИЦ «Институт катализа СО РАН», Новосибирск; СФУ, Красноярск; Российский научный фонд, Москва; АО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ОНПЗ»; ИХХТ СО РАН, Красноярск.

Школа проводилась с целью обмена научными достижениями среди ведущих ученых, аспирантов, студентов и специалистов в области каталитических процессов глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы.

Тематика школы охватывала различные аспекты глубокой переработки сырья, включая:

- получение и подготовку сырья;
- исследование состава растительного сырья;
- разработку и исследование катализаторов;
- разработку и изучение новых каталитических процессов переработки сырья;
- применение физических воздействий для переработки сырья;
- использование физических методов для изучения катализаторов и процессов переработки сырья;
- разработку технологических основ глубокой переработки органического сырья.

На школу зарегистрировалось 70 участников из разных городов: Новосибирск, Красноярск, Тверь, Москва, Томск, Санкт-Петербург, Кемерово, Нижний Новгород, Омск и Самара. Еще более 40 человек подключались к Школе on-line.

С приглашенными докладами выступили: к.б.н. Бояндин Анатолий Николаевич (ИБФ, г. Красноярск), к.ф.-м.н. Каичев Василий Васильевич (ФИЦ ИК СО РАН, г. Новосибирск), д.х.н. Коваленко Галина Артемьевна (ФИЦ ИК СО РАН, г. Новосибирск), д.х.н. Кузнецов Борис Николаевич (ИХХТ СО РАН, г. Красноярск), д.х.н. Матвеева Валентина Геннадьевна (ТвГТУ, г. Тверь), д.х.н. Нифантьев Илья Эдуардович (ИНХС им. А.В. Топчиева РАН, г. Москва), к.х.н. Смоликов Михаил Дмитриевич (ЦНХТ ФИЦ Институт катализа СО РАН, г. Омск), д.х.н. Тарханова Ирина Геннадиевна (МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва), д.х.н. Чесноков

Владимир Викторович (ФИЦ ИКСО РАН, г. Новосибирск), к.х.н. Шор Елена Александровна (ИХХТ СО РАН, г. Красноярск).

Было заслушано 34 устных доклада молодых ученых из разных городов России: Новосибирск (13 докладов), Красноярск (9), Тверь (9), Москва (1), Томск (2).

Награждены за лучшие доклады сотрудники ИХХТ СО РАН:

Дипломом II степени - Мирошникова Ангелина (м.н.с. лаборатории ХПОС)

Дипломом III степени - Сычев Валентин (аспирант, м.н.с. лаборатории КПВР)

Традиционная конференция-конкурс молодых ученых ФИЦ КНЦ СО РАН по секции «Химия»

Проведена в смешанном формате 15 апреля 2021 года. На секции было представлено 18 докладов молодых ученых и аспирантов Института. Победителями признаны:

1 место - Сергей Воробьев (к.х.н., н.с. лаборатории ГМП)

2 место - Елена Роговенко (аспирант, м.н.с. лаборатории КПММ)

3 место - Ангелина Мирошникова (м.н.с. лаборатории ХПОС)

3 место - Антон Карачаров (к.х.н., н.с. лаборатории ГМП)

3 место - Татьяна Неделина (аспирант, м.н.с. лаборатории МСиА)

В междисциплинарной конференции молодых ученых ФИЦ КНЦ СО РАН научный сотрудник лаборатории гидрометаллургических процессов ИХХТ СО РАН к.х.н. Воробьев Сергей занял второе место с докладом «Синтез, особенности и применение высококонцентрированных гидрозолей серебра».

Международный завтрак женщин химиков (GWB)

09 февраля 2021 года сотрудницы института присоединились к глобальному событию «Международный завтрак женщин химиков» и организовали чаепитие. GWB –организован по инициативе ИЮПАК (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC). Общая цель GWB - создать постоянно действующую виртуальную сеть, в которой женщины, работающие в области химических и смежных наук, могут эффективно взаимодействовать друг с другом, чтобы поддержать свои профессиональные устремления и развивать лидерские навыки. Первое событие из этой серии состоялось в 2011 году, в год 100-летнего юбилея присуждения Нобелевской премии по химии М.Кюри.

В Институте работают постоянно действующие научные семинары:

- «Горно-обогатительный семинар», руководитель: д.т.н. А.Г. Михайлов;
- «Химико-металлургический семинар», руководитель: д.х.н. В.И. Кузьмин;

- «Химия природного органического сырья», руководитель: д.х.н. Б.Н. Кузнецов;
- «Физико-химия микро- и наноструктурированных материалов», руководитель: д.х.н., проф. А.Г. Аншиц;
- «Физическая химия, методы исследования и анализа», руководитель: д.х.н., проф. А.И. Рубайло.

На семинарах рассматривались материалы статей, подготовленных к опубликованию, заслушивались представляемые к защите кандидатские и докторские диссертации, обсуждались основные задания к плану НИР Института, отчеты по НИР, заслушивались результаты исследований ведущих сотрудников, отчеты аспирантов по выполнению индивидуальных планов.

5.9 Участие в организации и проведении различных мероприятий

Белоусов О.В. – член программного комитета XIV Международной Конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН), 6-9 сентября 2021 г., Красноярск

Борисов Р.В. – член оргкомитета XIV Международной Конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН), 6-9 сентября 2021 г., Красноярск

Боровкова В.С. – член оргкомитета Пятой Школы молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы», 25 сентября-2 октября 2021 г., Красноярск; член оргкомитета конференции молодых ученых ФИЦ КНЦ СО РАН, 15 апреля 2021 г., Красноярск

Воробьев С.А. – член оргкомитета XIV Международной Конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН), 6-9 сентября 2021 г., Красноярск

Зайцева Ю.Н. – член оргкомитета Пятой Школы молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы», 25 сентября-2 октября 2021 г., Красноярск

Казаченко А.С. – член оргкомитета Пятой Школы молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы», 25 сентября-2 октября 2021 г., Красноярск

Капаева С.Н. – участие в НОЦ Енисейская Сибирь

Кокорина А.Н. – член оргкомитета XIV Международной Конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН), 6-9 сентября 2021 г., Красноярск

Кузнецов Б.Н. – член программного комитета в Международной конференции «Катализ для возобновляемых ресурсов: топливо, энергия, химикаты», июнь, 14-18, 2021, Лиссабон, Португалия; VIII Международной научно-технической конференции «Альтернативные источники сырья и топлива (АИСТ-2021)», 12-14 октября 2021 г., г. Минск, Беларусь; член оргкомитета VI Семинара памяти профессора Ю.Н. Ермакова «Гомогенные катализаторы для процессов полимеризации и нефтехимии», 28 июня-2 июля 2021, п. Листвянка, Иркутская область; член научного комитета Школы молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы», 25 сентября-2 октября 2021 г., Красноярск

Кузнецов П.Н. – член Программных комитетов Международного Российско-Казахстанского Симпозиума «Углекислотная химия и экология Кузбасса», 2021, Кемерово и 5th International Conference "Chemical Investigation and Utilization of Natural Resources" – ICCIUNR 2021, Ulaanbaatar, Mongolia.

Кузьмин В.И. – председатель программного комитета и сопредседатель международной Конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук

Левданский А.В. – член оргкомитета Пятой Школы молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы», 25 сентября-2 октября 2021 г., Красноярск

Лихацкий М.Н. – член оргкомитета XIV Международной Конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН), 6-9 сентября 2021 г., Красноярск

Маляр Ю.Н. – экспертиза работ финального этапа краевого молодежного форума "Научно-технический потенциал Сибири", номинация "Научный конвент" 2021; член оргкомитета Пятой Школы молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы», 25 сентября-2 октября 2021 г., Красноярск; член оргкомитета конференции молодых ученых ФИЦ КНЦ СО РАН 25 сентября-2 октября 2021 г., Красноярск

Михайлов А.Г. – член программного комитета XIV Международной Конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН), 6-9 сентября 2021 г., Красноярск

Михлин Ю.Л. – член программного комитета XIV Международной Конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН), 6-9 сентября 2021 г., Красноярск

Сайкова С.В. – руководитель Красноярского отделения Всероссийского химического общества (ВХО им. Д.И. Менделеева); член программного комитета XIV Международной Конференции «Металлургия цветных, редких и благородных металлов», посвященная 40-летию Института химии и химической технологии

Сибирского отделения Российской академии наук (ИХХТ СО РАН), 6-9 сентября 2021 г., Красноярск; член Организационного и Программного комитетов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Ресурсосберегающие и экологобезопасные процессы в химии и химической технологии», г. Пермь, декабрь 2021, Пермский государственный национальный исследовательский университет; член Организационного и Программного комитетов XIV Всероссийской научно-практической конференции "Химическая наука и образование Красноярья", г. Красноярск, май 2021г.; работа в качестве эксперта направления «Химическая технология» Всероссийской олимпиады студентов «Я – Профессионал»; Программы поддержки коммерчески ориентированных научно-технических проектов молодых исследователей "Умник", участие в жюри Всероссийской олимпиады школьников по химии.

Таран О.П. – председатель научного и организационного комитетов Пятой Школы молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы», 25 сентября-2 октября 2021 г., Красноярск

5.10 Участие в советах, экспертная деятельность

1. **Аншиц А.Г.** – эксперт РАН, эксперт ККФПНиНТД, эксперт Федерального реестра экспертов научно-технической сферы, член Ученых советов ФИЦ КНЦ СО РАН, ИХХТ СО РАН, член диссертационного совета 24.1.228.04
2. **Брагин В.И.** - член диссертационного совета Д 212.099.23 (СФУ)
3. **Бурмакина Г.В.** – член Ученого совета ИХХТ СО РАН, ученый секретарь диссертационного совета 24.1.228.04
4. **Верещагин С.Н.** - эксперт РФФ
5. **Верещагина Т.А.** – эксперт РАН, член диссертационного совета 24.1.228.04
6. **Верпекин В.В.** - член жюри в конференции опорных школ РАН
7. **Зайцева Ю.Н.** – секретарь Ученого совета ИХХТ СО РАН, член Ученого совета ФИЦ КНЦ СО РАН
8. **Зимонин Д.В.** – эксперт проектов краевого молодежного форума «Научно-технический потенциал Сибири»
9. **Калякин С.Н.** – член Ученого совета ИХХТ СО РАН
10. **Корниенко В.Л.** – член диссертационного совета 24.1.228.04
11. **Кузнецов Б.Н.** – эксперт РАН, эксперт РФФ, эксперт ККФПНиНТД, эксперт федерального реестра экспертов научно-технической сферы (Свидетельство № 06-015-02), член Научного совета по катализу РАН; Объединенного Научного совета по химии нефти, газа, угля и биомассы РАН; Объединенного Ученого Совета СО РАН по химическим наукам, Ученого совета ФИЦ КНЦ СО РАН, Ученого совета ИХХТ СО РАН, заместитель председателя диссертационного совета 24.1.228.04, член Диссертационного совета Д.212.249.04 (СибГУ им. М.Ф. Решетнева)
12. **Кузнецов П.Н.** – эксперт РАН, член диссертационного совета 24.1.228.04

13. **Кузнецова С.А.** – член диссертационного совета 24.1.228.04
14. **Кузьмин В.И.** – эксперт РАН, эксперт ККФПНиНТД, член Научного совета РАН по научным основам химической технологии, член Ученого совета ИХХТ СО РАН, член Ученого совета ФИЦ КНЦ СО РАН, член диссертационного совета 24.1.228.04
15. **Левданский В.А.** – член диссертационного совета 24.1.228.04
16. **Маляр Ю.Н.** – член Ученого совета ИХХТ СО РАН, председатель СМУ ИХХТ СО РАН
17. **Михайлов А.Г.** – член Ученого совета ИХХТ СО РАН, член диссертационного совета 24.1.228.04 и Д 212.099.23 (СФУ)
18. **Михлин Ю.Л.** – эксперт РАН, эксперт РНФ, член Ученого совета ИХХТ СО РАН; член диссертационного совета 24.1.228.04, член Программного комитета международного Конгресса "Цветные металлы и минералы", г. Красноярск
19. **Наслузов В.А.** – член экспертного совета ККФПНиНТД, член диссертационного совета 24.1.228.04
20. **Новикова С.А.** – эксперт Федерального реестра экспертов научно-технической сферы
21. **Петерсон И.В.** – председатель совета научной молодежи ФИЦ КНЦ СО РАН, член Ученого совета ФИЦ КНЦ СО РАН (от КНЦ)
22. **Рубайло А.И.** – эксперт Федерального реестра экспертов в научно-технической сфере, эксперт РАН, член Президиума ФИЦ КНЦ СО РАН (от КНЦ), член Ученого Совета ИХХТ СО РАН, член диссертационного совета 24.1.228.04 (ИХХТ СО РАН) и 24.1.228.02 (ИФ СО РАН), член Ученого совета ФИЦ КНЦ СО РАН (от КНЦ)
23. **Сайкова С.В.** – эксперт ККФПНиНТД, руководитель Красноярского отделения Всероссийского химического общества (ВХО им. Д.И. Менделеева; член диссертационного совета 24.1.228.04
24. **Селютин Г.Е.** – эксперт ККФН; эксперт КРИТБИ
25. **Тарабанько В.Е.** – эксперт РАН № 2016-01-4239-8846, член Ученого совета ИХХТ СО РАН, член диссертационного совета 24.1.228.04
26. **Таран О.П.** – эксперт Федерального реестра экспертов научно-технической сферы, эксперт ККФПНиНТД, эксперт РНФ, эксперт РАН (№ 2016-01-2217-5230), председатель Ученого совета ИХХТ СО РАН, член Ученого совета ФИЦ КНЦ СО РАН, член Президиума ФИЦ КНЦ СО РАН, член диссертационного совета 24.1.228.04, член Ученого совета ИЦМиМ СФУ, член Научного совета РАН по химии биомассы, член ОУС по химическим наукам СО РАН, куратор базовой школы РАН - МАОУ Лицей №7
27. **Фоменко Е.В.** – член Ученого совета ИХХТ СО РАН
28. **Цыганова С.И.** – член ГЭК по защите магистерских диссертаций СФУ
29. **Чесноков Н.В.** – эксперт РАН, член Общественного экспертного совета Законодательного собрания Красноярского края, эксперт ККФПНиНТД, член ОУС по

химическим наукам СО РАН, член Ученого совета ФИЦ КНЦ СО РАН, председатель диссертационного совета 24.1.228.04

30. **Шор А.М.** – эксперт Федерального реестра экспертов научно-технической сферы

31. **Шор Е.А.** – член Ученого Совета ИХХТ СО РАН

5.11. Членство в редколлегиях журналов

Ф.И.О.	Названия журналов
Кузнецов Б.Н.	главный редактор Журнала СФУ серия Химия; член редакционного совета журнала Химия растительного сырья, Химия твердого топлива, Хвойные бореальной зоны
Кузнецов П.Н.	член редакционной коллегии Mongolian Journal of Chemistry (Монгольский журнал химии)
Михлин Ю.Л.	член редакционной коллегии Журнала СФУ серия Химия
Рубайло А.И.	член редакционной коллегии Журнала СФУ серия Химия
Сайкова С.В.	член редакционного совета журнала Вестник Пермского университета
Тарабанько В.Е.	член редакционной коллегии Журнала СФУ серия Химия, Химия растительного сырья, Сибирский лесной журнал
Таран О.П.	член редакционной коллегии Журнала СФУ серия Химия, Катализ в промышленности
Чесноков Н.В.	заместитель главного редактора Журнала СФУ серия Химия, член редакционной коллегии журналов Химия в интересах устойчивого развития

5.12 Премии и награды

Фамилия, имя, отчество, ученое звание, степень	Должность	Наименование награды, премии, международной научной организации и общества, дата, номер документа
Аншиц Александр Георгиевич	Руководитель научного направления, доктор наук	Медаль Министерства науки и высшего образования РФ «За вклад в реализацию государственной политики в области научно-технологического развития» Приказ Минобрнауки России от 13.09.2021 № 776 к/н
Кузнецов Петр Николаевич	Ведущий научный сотрудник, доктор наук	Медаль Министерства науки и высшего образования РФ «За вклад в реализацию государственной политики в области научно-технологического развития» Приказ Минобрнауки России от 13.09.2021 № 776 к/н

Кузьмин Владимир Иванович	Заместитель директора обособленного подразделения по научной работе, доктор наук	Почетная грамота Министерства науки и высшего образования РФ Приказ от 18.03.2021 № 129 н/н
		Памятная медаль имени академика М.А. Лаврентьева «За многолетний добросовестный труд, большие достижения в области неорганической химии и гидрометаллургических процессов, плодотворную научную, научно-организационную и педагогическую деятельность» Постановление Президиума СО РАН от 04.08.2021 № 271
Кузнецов Борис Николаевич	Руководитель научного направления, доктор наук	Почетное звание «Заслуженный деятель науки СО РАН» с вручением «Золотой сигмы» «За значительный вклад в научные и инновационные разработки в области каталитической химии природного органического сырья, плодотворную научно-организационную и педагогическую деятельность» Постановление Президиума СО РАН от 04.08.2021 № 272
Михлин Юрий Леонидович	Главный научный сотрудник, доктор наук	Памятная медаль имени академика М.А. Лаврентьева «За многолетний добросовестный труд, большие достижения в области физической химии, плодотворную научную, научно-организационную и педагогическую деятельность» Постановление Президиума СО РАН от 04.08.2021 № 273
Белоусов Олег Владиславович	Ведущий научный сотрудник, доктор наук	Почетный знак Сибирского отделения «Серебряная сигма» «За многолетний добросовестный труд, большой вклад в развитие отечественной науки, успешное содействие проведению фундаментальных и прикладных научных исследований» Постановление Президиума СО РАН от 04.08.2021 № 270

Верещагина Татьяна Александровна	Ведущий научный сотрудник, доктор наук	Почетный знак Сибирского отделения «Серебряная сигма» «За многолетний добросовестный труд, большой вклад в развитие отечественной науки, успешное содействие проведению фундаментальных и прикладных научных исследований» Постановление Президиума СО РАН от 04.08.2021 № 270
Левданский Владимир Александрович	Ведущий научный сотрудник, доктор наук	Почетный знак Сибирского отделения «Серебряная сигма» «За многолетний добросовестный труд, большой вклад в развитие отечественной науки, успешное содействие проведению фундаментальных и прикладных научных исследований» Постановление Президиума СО РАН от 04.08.2021 № 270
Таран Оксана Павловна	Директор, доктор наук	Почетный знак Сибирского отделения «Серебряная сигма» «За многолетний добросовестный труд, большой вклад в развитие отечественной науки, успешное содействие проведению фундаментальных и прикладных научных исследований» Постановление Президиума СО РАН от 04.08.2021 № 270
Кашина Татьяна Викторовна	Заведующий складом	Почетное звание «Заслуженный ветеран Сибирского отделения РАН», Постановление Президиума СО РАН от 11.05.2021 № 155
Меркулова Елена Николаевна	Ведущий технолог	Почетное звание «Заслуженный ветеран Сибирского отделения РАН», Постановление Президиума СО РАН от 11.05.2021 № 155
Усманова Наталья Фергатовна,	Научный сотрудник, кандидат наук	Почетное звание «Заслуженный ветеран Сибирского отделения РАН», Постановление Президиума СО РАН от 11.05.2021 № 155
Шрам Сергей Михайлович	Стеклодув 6 разряда	Почетное звание «Заслуженный ветеран Сибирского отделения РАН», Постановление Президиума СО РАН от 11.05.2021 № 155
Кузнецова Людмила Ивановна	Ведущий научный сотрудник, кандидат наук	Благодарственное письмо Губернатора Красноярского края «За высокий профессионализм и многолетний добросовестный труд» февраль 2021

Маляр Юрий Николаевич	Старший научный сотрудник, кандидат наук	Благодарственное письмо Губернатора Красноярского края «За высокий профессионализм и многолетний добросовестный труд» февраль 2021
Мостовой Александр Викторович	Заместитель директора обособленного подразделения по общим вопросам	Благодарственное письмо Губернатора Красноярского края «За высокий профессионализм и многолетний добросовестный труд» октябрь 2021
Петерсон Иван Викторович	Старший научный сотрудник, кандидат наук	Благодарственное письмо ККФПНТНТД «За активное участие в работе Экспертной комиссии молодых ученых и специалистов ККФН, высокий уровень профессионализма и личный вклад в развитие науки в Красноярском крае» февраль 2021
Рубайло Анатолий Иосифович	Главный научный сотрудник, доктор наук	Благодарственное письмо Губернатора Красноярского края «За высокий профессионализм и многолетний добросовестный труд» октябрь 2021
Чесноков Николай Васильевич	Заместитель директора обособленного подразделения по научной работе, доктор наук	Благодарственное письмо Губернатора Красноярского края «За высокий профессионализм и многолетний добросовестный труд» октябрь 2021

5.13. Патентно-лицензионная работа

Патентно-лицензионная работа осуществлялась Отделом патентной и изобретательской работы ФИЦ КНЦ СО РАН. В 2021 году сотрудниками Института получено 3 патента и подано 4 заявки на изобретения. На конец отчетного года имеют статус действующих – 50 патентов РФ на изобретения, заявителями которых являются сотрудники Института.

6. ЕЖЕГОДНЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

6.1 Проекты программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы)

Область научных знаний: 1. Естественные науки

Направление науки: 1.4. Химические науки

Направление фундаментальных и поисковых исследований: 1.4.1. Фундаментальные основы химии (координатор академик Бухтияров В.И.)

Раздел 1.4.1.1. Природа химической связи, реакционной способности, механизмов реакций, физико-химических свойств веществ (координатор академик Сагдеев Р.З.)

Проект 0287-2021-0012, № рег. НИОКТР 121031500209-6 «Исследования механизмов каталитических реакций в водной и водно-органической средах, реакционной способности и физико-химических свойств веществ из природного органического сырья с применением комплекса экспериментальных и теоретических методов» (*руководители проекта: д.х.н., проф. РАН Таран О.П., д.х.н., проф. Рубайло А.И.*)

Направление фундаментальных и поисковых исследований: 1.4.2. Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов (координатор – академик Исмагилов З.Р.)

Раздел 1.4.2.3. Физико-химические основы синтеза функциональных материалов для различных областей современной техники (координатор – д.х.н., профессор РАН Мартьянов О.Н.)

Проект 0287-2021-0013, рег. № НИОКТР 121031500198-3 «Развитие научных основ формирования функциональных материалов с заданными свойствами на основе сложных оксидных систем и микросфер энергетических зол» (*руководитель проекта: д.х.н., проф. Анишиц А.Г.*)

Направление фундаментальных и поисковых исследований: 1.4.3. Физико-химические основы рационального природопользования и охраны окружающей среды на базе принципов «зеленой химии» и высокоэффективных каталитических систем, создание новых ресурсо- и энергосберегающих металлургических и химико-технологических процессов, включая углубленную переработку углеводородного и минерального сырья различных классов, бытовых и техногенных отходов, а также новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами (координатор – чл.-корр. РАН Лихолобов В.А.)

Раздел 1.4.3.1. Физико-химические основы новых экологически безопасных и безотходных технологий для разделения и извлечения стратегически важных металлов (координатор – д.х.н. Кузьмин В.И.)

Проект 0287-2021-0014, рег. № НИОКТР 121031500198-3 «Исследования физико-химических закономерностей поверхностных явлений и гетерофазных химических превращений в гидрометаллургических процессах переработки природного и техногенного сырья цветных, редких и благородных металлов и получения новых материалов на их основе» (*руководитель проекта: д.х.н. В.И. Кузьмин*)

Направление фундаментальных и поисковых исследований: 1.4.3. Физико-химические основы рационального природопользования и охраны окружающей среды на базе принципов «зеленой химии» и высокоэффективных каталитических систем, создание новых ресурсо- и энергосберегающих металлургических и химико-технологических процессов, включая углубленную переработку углеводородного и минерального сырья различных классов, бытовых и техногенных отходов, а также новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами (координатор – чл. –корр. РАН Лихолобов В.А.)

Раздел 1.4.3.10. Экологически безопасные и ресурсосберегающие методы обработки целлюлозы и других возобновляемых полимеров (координатор д.х.н., профессор РАН Таран О.П.)

Проект 0287-2021-0017, рег. № НИОКТР 121031500180-8 «Физико-химические основы новых экологически безопасных и ресурсосберегающих методов направленной трансформации возобновляемых растительных полимеров (целлюлозы, лигнина, гемицеллюлоз) в востребованные функциональные полимеры, нанокompозитные материалы и ценные химические продукты» (*руководители проекта: д.х.н., проф. Кузнецов Б.Н., д.х.н. Чесноков Н.В.*)

Проекты совместные с институтами ФИЦ КНЦ СО РАН

Проект 00287-2019-0009, рег. № НИОКТР 121030200177-4 «Изучение влияния строения растения на эффективность фотосинтеза», (*руководитель проекта д.с.-х.н., академик РАН Сурин Н.А. КрасНИИСХ, от ИХХТ СО РАН руководитель - д.х.н., проф. РАН Таран О.П.*)

6.2 Проекты дополнительного финансирования

Российский научный фонд

1. Проект № 21-13-00250 от 22.04.2021, № НИОКТР 121051100083-4 Научные основы новых методов получения ценных химических продуктов, базирующихся на каталитическом фракционировании древесной биомассы, *руководитель – д.х.н., проф. Кузнецов Б.Н.*

2. Проект № 21-73-20269 от 24.03.2021, № НИОКТР 121041500221-7 Дизайн и физико-химические исследования новых наноразмерных наноструктурированных катализаторов для процессов переработки растительных полисахаридов в ценные химические продукты, *руководитель – д.х.н., проф. РАН Таран О.П.*

3. Проект № 20-63-47109 от 28.05.2020, № НИОКТР АААА-А20-120071090028-0 Комплексная (термическая и каталитическая) переработка отходов агропроизводства, *руководитель – д.х.н., проф. Тарабанько В.Е.*

Российский фонд фундаментальных исследований

Инициативные научные проекты (а)

1. № 19-03-00448\21 от 25.03.2021, рег. № НИОКТР АААА-А19-119011190021-0 Гидротермальный синтез каркасных алюмосиликатов на основе ценосфер как способ иммобилизации радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в минералоподобной форме, *руководитель – д.х.н. Верещагина Т.А.*

2. № 20-03-00636\21 от 30.03.2021 рег. № НИОКТР: АААА-А20-120011590041-0 Фундаментальные основы дизайна наноструктурированных твердых катализаторов конверсии леволиновой кислоты в гамма-валеролактон и каталитических процессов на их основе, *руководитель – д.х.н., проф. РАН Таран О.П.*

Региональные проекты (р_а, р_мол_а, р_мк)

3. № 19-43-240011\20 от 29.01.2021, рег. № НИОКТР АААА-А19-119121190005-6 Фундаментальные научные основы экологически чистой интегрированной экстракционно-каталитической технологии переработки кородревесных отходов деревообрабатывающих производств Красноярского края в продукты с высокой добавленной стоимостью, *руководитель - д.х.н., проф. РАН Таран О.П.*

4. № 20-43-242904\20 от 25.01.2021, рег. № НИОКТР АААА-А20-120122860002-0 Разработка экологически безопасных методов утилизации древесных отходов с получением буровых растворов, сорбентов и связующих материалов, *руководитель – д.х.н., проф. Кузнецов Б.Н.*

5. № 20-43-242903\20 от 26.01.2021, рег. № НИОКТР АААА-А20-120122390009-5 Сульфидно-гидроксидные минералы семейства валлериита как 2D

материалы: особенности строения, свойств, механизм образования и процессы переработки, *руководитель – д.х.н., проф. Михлин Ю.Л.*

6. № 20-43-242906\20 от 25.01.2021 № НИОКТР АААА- А20-120122390013-2 Разработка фундаментальных научных основ экологически чистой термokatалитической переработки кородревесных отходов пихты, зараженных корневыми и стволовыми патогенами, в продукты с высокой добавленной стоимостью, *руководитель – к.х.н. Маляр Ю.Н.*

7. № 20-43-243003\20 от 25.01.2021, № НИОКТР АААА-А20-120122390012-5 Квантовохимическое моделирование механизмов образования и превращений, а также спектральных характеристик дисульфидных комплексов Pd(II), Pt(II), Pt(IV) и Au(III) в водных солянокислых растворах), *руководитель - Петров А.И.*

8. № 20-43-243001\20 от 25.01.2021, № НИОКТР АААА- А20-120122390011-8 Разработка фундаментальных основ модификации растительных и бактериальных полисахаридов как перспективных полифункциональных материалов, *руководитель – к.х.н. Казаченко А.С.*

Российско-монгольские исследовательские проекты (монг_т)

9. №19-53-44001/21 от 10.11.2021, № № НИОКТР АААА-А19-119101090005-9 Создание фундаментальных основ процесса сольвентной деполимеризации органического вещества углей с получением поликонденсированных ароматических углеводородов как сырья для производства углеродных материалов, *руководитель – д.х.н., проф. Кузнецов П.Н.*

Научные проекты, выполняемые ведущими молодежными коллективами (Стабильность)

10. № 20-33-70256 от 18.11.2019, рег. № НИОКТР АААА-А19-119121190004-9 Создание фундаментальных основ выделения и модификации древесных гемицеллюлоз как перспективных биоактивных полимеров и матриц, *руководитель - к.х.н. Маляр Ю.Н.*

КГАУ «Красноярский краевой фонд поддержки научной и научно-технической деятельности»

1. №336 от 28.06.2021 XXVIII Международная Чугаевская конференция по координационной химии; XVIII Международная конференция «Спектроскопия координационных соединений»; V Молодежная школа-конференция «Физико-химические методы в химии координационных соединений» *Патрушева А.А.*

2. №334 от 28.06.2021 XXVIII Международная Чугаевская конференция по координационной химии; XVIII Международная конференция «Спектроскопия координационных соединений»; V Молодежная школа-конференция «Физико-химические методы в химии координационных соединений» *Неделина Т.С.*

Хозяйственные договоры

1. Договор услуг № 1/у/2021 от 01.06. 2021 ООО «КрасКИП», *руководитель к.т.н. Зашихин А.В.*
2. Договор услуг № 3/у/2021 от 13.07.2021 ООО «Артель старателей Июсская», *руководитель - к.т.н. Зашихин А.В.*
3. Договор услуг № 9110R879 от 16.08.2021 ООО «РУСАЛ ИТЦ» услуги по проведению дифрактометрического определения размера кристаллита нефтяного кокса 94 проб, *руководитель – д.х.н., проф. Кирик С.Д.*
4. Договор о НИР № 24-20-839/15591/1077 от 29.10.2020 ФГУП "Горно-химический комбинат". Определение возможности применения «автоклавного» метода для переработки отработавшей экстракционной смеси РХЗ/ЗФТ и разработка исходных данных для проектирования опытно-промышленной установки для ее утилизации, *руководитель – д.х.н. Кузьмин В.И.*
5. Договор о НИР №2/НИР/2021 от 24.06. 2021 Акционерное общество «Сибпроект» по теме «Исследование процессов обогащения сплавов, содержащих драгоценные металлы, методом выщелачивания неблагородных элементов при повышенном давлении и температуре (автоклавное выщелачивание)», *руководитель – д.х.н., доцент Белоусов О.В.*
6. Договор о НИР № 223-ЕП-2021-НТЭК-32-932/21-25/54 от 09.08.2021 СО РАН научно-исследовательских работ по теме: «Повторное обследование территории подвергшейся воздействию в результате аварийного разлива нефтепродуктов ТЭЦ-3 АО «НТЭК», *руководитель – д.х.н., проф. РАН Таран О.П.*
7. Договор о НИР №2708/2021 от 27.08.2021 ООО "Свеза Лес" научно-исследовательских работ по теме: «Разработка материала «Корковый Агломерат», *руководитель - д.х.н., проф. РАН Таран О.П.*

6.3 Сведения о кадровом составе

Численность работников на 31.12.2021, человек	211
в т.ч. научных работников	103
из них докторов наук	17
кандидатов наук	64
Среднесписочная численность, ед	191
Численность научных сотрудников в возрасте до 39 лет	37
Аспирантов	18

6.4 Наукометрические показатели

Показатели	
Статьи в рецензируемых журналах	147
в т.ч. по проектам государственного задания	85
Публикации в базе Web of Science за 2021 год	122
в журналах Q1 WoS	26
в журналах Q2 WoS	28
в журналах Q3 WoS	16
в журналах Q4+ WoS	52
Публикации в материалах конференций	70
Патенты на изобретения РФ	3
Заявки на изобретения	4
Комплексный балл публикационной активности (КБПА*)	446
в т.ч. по проектам государственного задания	292
Всего публикаций Института в базе WoS **	2125
общее цитирование по базе WoS	14330
цитирование по базе WoS в указанном году	1929
h-index по базе WoS	56

*По методике от 25.08.2020

** поисковый запрос «AD=(inst* chem* SAME Krasnoyarsk) OR AD=(chem* inst* SAME Krasnoyarsk) OR AD=(chem* chem* SAME Krasnoyarsk) OR AD=(inst* SAME nat* SAME organ* SAME Krasnoyarsk)»

7. ПУБЛИКАЦИИ

Статьи в журналах, реферируемых в базах Web of Science (Scopus):

1. Akimenko A.A., Belousov O.V., Borisov R.V., Grabchak E.F. Study of chemical stability of titanium in model hydrochloric acid solutions of refining production // TSVETNYE METALLY. – 2021. - № 9, - P.46-52. DOI: 10.17580/tsm.2021.09.04. S2
2. Akman F., Kazachenko A.S., Malyar Y.N. A Density Functional the Theory Study of Sulfated Monolignols: P-Coumaril and Coniferyl Alcohols // CELLULOSE CHEMISTRY AND TECHNOLOGY. – V.55, Is. 1-2. – P. 41-54. – Publ.: JAN-FEB 2021. DOI: 10.35812/CelluloseChemTechnol.2021.55.05. Q2.S3
3. Almada C.C., Kazachenko A., Fongarland P., Perez D.D., Kuznetsov B.N., Djakovitch L. Supported-Metal Catalysts in Upgrading Lignin to Aromatics by Oxidative Depolymerization // CATALYSTS. – V.11, Is. 4. – № 481. – № 467. - Publ.: APR 2021. DOI: 10.3390/catal11040467. Q2.S2
4. Anshits N.N., Fomenko E.V., Anshits A.G. The composition–structure relationship and routes of formation of blocklike ferrospheres by pulverized combustion of two coal types // ACS OMEGA. – 2021. – V. 6. – Is. 40. – P. 26004–26015. DOI: 10.1021/acsomega.1c02880. Q2.S1
5. Aymonier C., Gromov N.V., Taran O.P., Parmon V.N. Hydrolysis-dehydration of cellulose to glucose and 5-hydroxymethylfurfural over Sibunit solid acid carbon catalysts under semi-flow conditions // WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. – V.55, Is.3. – P. 607-624. - Publ.: MAY 2021. DOI: 10.1007/s00226-021-01271-z. Q1.S1
6. Azarapin N.O., Atuchin V.V., Maximov N.G., Aleksandrovsky A.S., Molokeevev M.S., Oreshonkov A.S., Shestakov N.P., Krylov A.S., Burkhanova T.M., Mukherjee S., Andreev O.V. Synthesis, structure, melting and optical properties of three complex orthorhombic sulfides BaDyCuS₃, BaHoCuS₃ and BaYbCuS₃ // MATERIALS RESEARCH BULLETIN. – V. 140. – № 111314. – Publ.: AUG 2021. DOI: 10.1016/j.materresbull.2021.111314. Q2.S1
7. Azarapin N.O., Oreshonkov A.S., Razumkova I.A., Aleksandrovsky A.S., Maximov N.G., Leonidov I.I., Shestakov N.P., Andreev O.V. Evolution of Structural, Thermal, Optical, and Vibrational Properties of Sc₂S₃, ScCuS₂, and BaScCuS₃ Semiconductors // EUROPEAN JOURNAL OF INORGANIC CHEMISTRY. – V. 2021, Is.33. – P. 3355-3366. - Publ.: SEP 7 2021. DOI: 10.1002/ejic.202100292. Q2.S2
8. Baron F.A., Mikhlin Y.L., Molokeevev M.S., Rautskiy M.V., Tarasov I.A., Volochaev M.N., Shanidze L.V., Lukyanenko A.V., Smolyarova T.E., Konovalov S.O., Zelenov F.V., Tarasov A.S., Volkov N.V. Structural, Optical, and Electronic Properties of Cu-Doped TiN_xO_y Grown by Ammonothermal Atomic Layer Deposition // ACS APPLIED

MATERIALS & INTERFACES. -V. 13, Is.27. – P. 32531-32541. - Publ.: JUL 14 2021. DOI: 10.1021/acsami.1c08036. Q1.S1

9. Belousov O.V., Borisov R.V., Belousova N.V., Ryumin A.I. Extraction of trace elements from platinum group metal concentrates in hydrothermal conditions // TSVETNYE METALLY. – 2021. – №6. – P. 23-30. - Publ: 30 June 2021. DOI:10.17580/tsm.2021.06.03. S2

10. Belousov O.V., Borisov R.V., Belousova N.V., Zeer G.M., Romanchenko A.S. Autoclave Synthesis of Finely Divided Nickel Powders // RUSSIAN JOURNAL OF INORGANIC CHEMISTRY. - V. 66, Is. 10. - P.1463-1468. - Publ.: 18 NOV 2021. DOI: 10.1134/S003602362110003X. Q4.S3

11. Belousova N.V., Belousov O.V., Borisov R.V., Akimenko A.A. Autoclave dissolution of platinum metals in hydrochloric acid oxidizing // RUSSIAN JOURNAL OF NON-FERROUS METALS. - No. 6. - P. 668–674. - Publ.: 2021. DOI: 10.3103/S1067821221060043. Q4. S3.

12. Bermeshev T.V., Zhereb V.P., Tas-Ool R.N., Mazurova E.V., Metelitsa S.I. Phase separation in the $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ system. Effect of cooling conditions on the phase composition and microstructure of solidification products // RUSSIAN CHEMICAL BULLETIN. – V. 70, Is. 8. – P. 1462-1470. - Publ.: AUG 2021. DOI: 10.1007/s11172-021-3240-1. Q.S3

13. Borisov R.V., Belousov O.V., Zhizhaev A.M., Likhatski M.N., Belousova N.V. Synthesis of bimetallic nanoparticles Pd-Au and Pt-Au on carbon nanotubes in an autoclave // RUSSIAN CHEMICAL BULLETIN. – 2021. – V. 70, Is. 8. – P. 1474-1482. DOI: 10.1007/s11172-021-3242-z. Q4.S3

14. Bragin V.I., Burdakova E.A., Usmanova N.F., Kinyakin A.I. Comprehensive assessment of flotation reagents by their influence on metal losses and flotation selectivity // RUSSIAN JOURNAL OF NON-FERROUS METALS. - V. 62, Is.6. – P. 629-636 - Publ.: 2021. DOI: 10.3103/S1067821221060055. Q4.S3

15. Burmakina, G. V., Zimonin, D. V., Rubaylo, A.I. Electrochemical study of the redox properties of levulinic acid in organic and aqueous-organic solutions // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 3. – P. 388–395. DOI: 10.17516/1998-2836-0246. Q.S4

16. Burmakina, G.V., Zimonin, D.V., Verpekin, V.V., Rubaylo, A.I. Electrochemical study of the reduction of levulinic acid in acetonitrile on various electrodes // JOURNAL

OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. - 2021, 14(4), 552–560. DOI: 10.17516/1998-2836-0262. Q.S4

17. Chudina A.I., Malyar Y.N., Sudakova I.G., Kazachenko A.S., Skripnikov A.M., Borovkova V.S., Kondrasenko A.A., Mazurova E.V., Fetisova O.Y., Ivanov I.P. Physicochemical characteristics of polysaccharides from catalytic and noncatalytic acetic acid-peroxide delignification of larch wood // BIOMASS CONVERSION AND BIOREFINERY. - Early Access AUG 2021. DOI: 10.1007/s13399-021-01833-y. Q1.S2

18. Dudnikov V.A., Orlov Y.S., Solovyov L.A., Vereshchagin S.N., Gavrilkin S.Y. The Sr₂4Dy_{0.6}Co₂O₇-delta Ruddlesden-Popper Phase: Structural, thermoelectric, and magnetic properties // CERAMICS INTERNATIONAL. – V. 47, Is.7. – P. 9068-9074. Publ.: APR 1 2021. DOI: 10.1016/j.ceramint.2020.12.030. Q1.S1

19. Fadeeva N.P., Saikova S.V., Pikurova E.V., Fadeev Yu.V., Samoilo A.S., Tambasov I.A. A New Method of Obtaining Transparent Conducting Films of Indium (III) Oxide and Indium-Tin Oxide // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 1. – P. 43-58. – Publ.: 10.03.2021. DOI: 10.17516/1998-2836-0215. Q.S4

20. Fetisova O.Yu., Kuznetsov P.N., Purevsuren B., Avid B. A Kinetic Study of the Stepwise Thermal Decomposition of Various Coals from Mongolia // SOLID FUEL CHEMISTRY. - V. 55, Is. 1 – P. 1-7. - Publ.: JAN 2021. DOI: 10.31857/S0023117721010035. Q4.S3

21. Fleitlikh I. Yu., Kulmuchamedov G. K., Grigorieva N. A. Vanadium (V) extraction in systems with quaternary ammonium salts // TSVETNYE METALLY. – 2021. – №5. – P. 49-54. - Publ: 31 May 2021. DOI: 10.17580/tsm.2021.05.05. S2

22. Fleitlikh I.Y., Grigorieva N.A., Kondrasenko A.A., Logutenko O.A. Palladium extraction from chloride solutions with the disulfide of bis (2,4,4-trimethylpentyl)dithiophosphinic acid // SEPARATION SCIENCE AND TECHNOLOGY. – V.56, Is. 17. – P. 2909-2919. - Publ.: NOV 22 2021. DOI: 10.1080/01496395.2020.1861014. Q3.S2

23. Fleitlikh I.Y., Grigorieva N.A., Logutenko O.A. Extraction Behavior of Germanium in Kelex 100 and LIX 63 System // CHEMISTRYSELECT. - V.6, Is. 17. – P. 4285-4291. - Publ.: MAI 7 2021. DOI: 10.1002/slct.202100260. Q3.S2

24. Fleitlikh I.Yu., Grigorieva N.A. Indium extraction from sulfuric acid solutions in systems with poly(2-ethylhexyl)- phosphonitrile acid // TSVETNYE METALLY. - 2021. No. 11. - P. 42–47. DOI: 10.17580/tsm.2021.11.06. S2

25. Fomenko E.V., Anshits N.N., Solovyov L.A., Knyazev Y.V., Semenov S.V., Bayukov O.A., Anshits A.G. Magnetic fractions of PM_{2.5}, PM_{2.5–10}, and PM₁₀ from coal fly ash as environmental pollutants // ACS OMEGA. – 2021. – V. 6. – Is. 30. – P. 20076–20085. - Publ.: 2021-Aug-03. DOI: 10.1021/acsomega.1c03187. Q2.S1
26. Garyntseva N.V., Sudakova I.G., Chudina A.I. and. Kuznetsov B.N. Numerical Optimization of the Process of Cellulose Isolation by Peroxide Delignification of Birch Wood in Acetic Acid-Water Medium in the Presence of TiO₂ Catalyst // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 1. – P. 120-132. DOI: 10.17516/1998-2836-0222. Q.S4
27. Gromov N.V., Medvedeva T.B., Rodikova Y.A., Timofeeva M.N., Panchenko V.N., Taran O.P., Kozhevnikov I.V., Parmon V.N. One-pot synthesis of sorbitol via hydrolysis-hydrogenation of cellulose in the presence of Ru-containing composites // BIORESOURCE TECHNOLOGY. – V.319. – № 124122. - Publ.: JAN 2021. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.124122. Q1.S1
28. Gromov, N.V., Medvedeva, T.B., Taran, O.P., Timofeeva, M.N., Parmon, V.N. Hydrolysis of Cellulose in the Presence of Catalysts Based on Cesium Salts of Heteropoly Acids // CATALYSIS IN INDUSTRY. - 2021 13(1), - C. 73-80. DOI 10.1134/S2070050421010049. Q.S4
29. Inzhevatin E. V., Baron A. V., Volkova M. B., Maksimov N. G., Golubenko N. K., Loshkareva M. V., Puzyr' A. P., Ronzhin N. O., Bondar V. S. Biodistribution of detonation synthesis nanodiamonds in mice after intravenous administration and some biochemical changes in blood plasma // BULLETIN OF EXPERIMENTAL BIOLOGY AND MEDICINE. – 2021. – V. 172, No. 7. – P. 77-80. DOI: 10.1007/s10517-021-05335-9. Q4.S3
30. Ionin V.A., Kazachenko A.S., Skripnikov A.M., Veprikova E.V., Belash M. Yu., Taran O.P. Experimental and mathematical optimization of the β -sitosterol extraction from mechanically activated pine bark // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 3. – P. 302–314. DOI: 10.17516/1998-2836-0248. Q.S4
31. Kazachenko A., Akman F., Medimagh M., Issaoui N., Vasilieva N., Malyar Y.N., Sudakova I.G., Karacharov A., Miroshnikova A., Al-Dossary O.M. Sulfation of Diethylaminoethyl-Cellulose: QTAIM Topological Analysis and Experimental and DFT Studies of the Properties // ACS OMEGA. – 2021. – V. 6, Is. 35. – P. 22603-22615. - Publ: SEP 7 2021. DOI: 10.1021/acsomega.1c02570. Q2.S1
32. Kazachenko A.S. Akman F., Sagaama A., Issaoui N., Malyar Y.N., Vasilieva N.Y., Borovkova V.S. Theoretical and experimental study of guar gum sulfation //

33. Kazachenko A.S., Akman F, Malyar Y.N., Issaoui N., Vasilieva N.Y., Karacharov A.A. Synthesis optimization, DFT and physicochemical study of chitosan sulfates // JOURNAL OF MOLECULAR STRUCTURE. – V. 1245. – art. N 131083. – Publ.: DEC 5 2021. DOI: 10.1016/j.molstruc.2021.131083. Q3.S2

34. Kazachenko A.S., Akman F., Abdelmoulaoui H., Issaoui N., Malyar Y.N., Al-Dossary O., Wojcik M.J. Intermolecular hydrogen bonds interactions in water clusters of ammonium sulfamate: FTIR, X-ray diffraction, AIM, DFT, RDG, ELF, NBO analysis // JOURNAL OF MOLECULAR LIQUIDS. – V. 342. – art. N 117475. – Publ.: NOV 15 2021. DOI: 10.1016/j.molliq.2021.117475. Q1.S1

35. Kazachenko A.S., Fetisova O.Yu., Antonov A.V., Bondarenko G.N., Sychev V.V. Synthesis and physicochemical study of xanthan butyl ether // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY. CHEMISTRY. – 2021. – V.14, Is.2. – P.137–146. DOI: 10.17516/1998-2836-0223. Q.S4

36. Kazachenko A.S., Levdansky V.A., Levdansky A.V., Kuznetsov B.N. Mathematical Optimization of the Process of Birch Wood Xylansulfation Bysulfamic Acid in N, N-Dimethylformamidemedium // KHIMIYA RASTITEL'NOGO SYR'YA. – 2021. – № 2. – P. 87–94. (inRuss.). DOI: 10.14258/jcprm.2021027558. S4

37. Kazachenko A.S., Malyar Y.N., Vasilyeva N.Y., Borovkova V.S., Issaoui N. Optimization of guar gum galactomannan sulfation process with sulfamic acid // BIOMASS CONVERSION AND BIOREFINERY. - Ранний доступ: SEP 2021. DOI: 10.1007/s13399-021-01895-y. Q1.S2

38. Kazachenko A.S., Malyar Y.N., Vasilyeva N.Y., Fetisova O.Y., Chudina A.I., Sudakova I.G., Antonov A.V., Borovkova V.S., Kuznetsova S.A. Isolation and sulfation of galactoglucomannan from larch wood (*Larix sibirica*) // WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. – V.55, Is.4. – P. 1091-1107. - Publ.: JUL 2021. DOI: 10.1007/s00226-021-01299-1. Q1.S1

39. Kazachenko A.S., Tarabanko V.E., Miroshnikova A.V., Sychev V.V., Skripnikov A.M., Malyar Y.N., Mikhlin Y.L., Baryshnikov S.V., Taran O.P. Reductive catalytic fractionation of flax shive over RU/C catalysts // CATALYSTS. – V.11, Is.1. – art. N 42. - Publ: JAN 2021. DOI 10.3390/catal11010042. Q2.S2

40. Kazachenko A.S., Vasilieva N.Y., Borovkova V.S., Fetisova O.Y., Issaoui N., Malyar Y.N., El'suf 'ev E.V., Karacharov A.A., Skripnikov A.M., Miroshnikova A.V., Kazachenko A.S., Zimonin D.V., Ionin V.A. Food Xanthan Polysaccharide Sulfation

Process with Sulfamic Acid // FOODS. – 2021. – V.10. art. N 2571. - Publ.: 25 October 2021. – DOI: 10.3390/foods10112571. Q2.S1

41. Kazachenko A.S., Vasilyeva N.Yu., Malyar Yu.N., Miroshnikova A.V. Synthesis of the sulfated arabinogalactan tetramethylammonium complex // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. DOI: 10.1088/1755-1315/839/4/042094. S4

42. Kazachenko A.S., Miroshnikova A.V., Tarabanko V.E., Skripnikov A.M., Malyar Y.N., Borovkova V.S., Sychev, V.V., Taran, O.P. Thermal Conversion of Flax Shives in Sub- and Supercritical Ethanol in the Presence of Ru/C Catalyst // CATALYSTS. – V.11, Is.8. – art. N 970. - Publ: AUG 2021. DOI 10.3390/catal11080970. Q2.S2

43. Kazachenko A.S., Vasilyeva N.Y., Malyar Y.N., Kazachenko A.S. Mathematical Optimization, the Effect of the Catalyst and Solvent on the Process of Starch Sulfation with Sulfamic Acid // LECTURE NOTES in NETWORKS and SYSTEMS. – 2021. – 230. - P. 275-282. DOI: 10.1007/978-3-030-77442-4_23, Conference Paper. S4

44. Kazak N.V., Belskaya N.A., Moshkina E.M., Solovyov L.A., Eremin E.V., Gavrilkin S.Y., Ovchinnikov S.G. Spin-Flop Transition in $\text{Co}_2\text{B}_2\text{O}_5$ Pyroborate // JETP Letter. – 2021. – V. 114. – P. 92–97. - Publ.: JUL 2021. DOI:10.1134/S0021364021140058. Q3.S2

45. Kazak N.V., Platunov M.S., Knyazev Y.V., Molokeev M.S., Gorev M.V., Ovchinnikov S.G., Pchelkina Z.V., Gapontsev V.V., Streltsov S.V., Bartolome J., Arauzo A., Yumashev V.V., Gavrilkin S.Y., Wilhelm F., Rogalev A. Spin state crossover in Co_3BO_5 // PHYSICAL REVIEW B. – V. 103, Is. 9. – № 094445. - Publ.: MAR 31 2021. DOI: 10.1103/PhysRevB.103.094445. Q2.S1

46. Kenova T.A., Zos'ko N.A., Sychev V.V., Taran O.P. Electrocatalytic conversion of levulinic acid in acid medium // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. - P. 561–569. DOI: 10.17516/1998-2836-0263. Q.S4

47. Kornienko G.V., Kenova T.A., Kornienko V.L., Kukushkin A.A. Electrocatalytic Resorcinol Oxidation by Active Oxygen forms in Situ Generated in Conjugate Reactions on Pt and Pb/PbO₂ Anodes and Mesostructured Carbon Cathode CMK-3 // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 1. – P. 72-81. – Publ.: 11.03.2021. DOI: 10.17516/1998-2836-0217. Q.S4

48. Kornienko G.W., Kapaeva S.N., Malyar Y.N., Kornienko V.L., Taran O.P. Electrocatalytic oxidation of starch in two-chamber cell with regeneration of oxidant in situ on electrodes from Pb/PbO₂ and graphite // Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya. - 2021, no. 4, - pp. 119–127. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20210410590. S4

49. Korobeinikov A.I., Kalyakin S.N. Optimization of the Technology of Extraction-Based Separation of Rare Earth and Transplutonium Elements Using a New Numerical Method for Calculating Chemical Equilibria // Chemistry for Sustainable Development. – 2021. – № 3. - P. 325-332. DOI: 10.15372/CSD2021310. Q

50. Kukhtetskiy S.V., Fomenko E.V. and Rogovenko E. S. Potential landscape of a probe penetrant particle for fast estimating of silica diffusion properties // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 3. – P. 406–417. DOI: 10.17516/1998-2836-0250. Q.S4

51. Kukushkin A.A., Bobrova A.V., Ponomaryov I.S., Root E.V., Kondrasenko A.A., Kositsyna A.S., Suboch G.A., Tovbis M.S. Reducing of sterically hindered pyridine substituted para-nitrosophenols // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 3. – P. 381–387. DOI: 10.17516/1998-2836-0245. Q.S4

52. Kutikhina E.A., Vereshchagina T.A. Sorption properties of ZrO₂-analcime composites in relation to Cs(I) and Sr(II) // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. - 2021, 14(4) – P. 502–514. DOI: 10.17516/1998-2836-0258. Q.S4

53. Kuzmin V.I., Leskiv M.N., Gudkova N.V., Kuzmin D.V. Extraction and separation of Cd(II) and Ni(II) with salts of Cyanex 301 and amines // CHEMICAL PAPERS. – 2021. – V. 75, P. 1115–1121. DOI 10.1007/s11696-020-01373-1. Не учтена в 2020 Q3.S2

54. Kuzmin V.I., Leskiv M.N., Peterson I.V., Kuzmin D.V., Gudkova N.V., Bulavchenko A.I. Interfacial Separation of Organic Phase Components in Systems Containing Aqueous Colloidal Solutions of Sodium Di-(2-Ethylhexyl)Phosphate // COLLOID JOURNAL. - V. 83, Is. 1. – P. 88-96. - Publ.: JAN 2021. DOI 10.1134/S1061933X21010075. Q4.S3

55. Kuznetsov B.N., Garyntseva N.V., Sudakova I.G., Skripnikov A.M., Pestunov A.V. Heterogeneous catalytic fractionation of birch-wood biomass into microcrystalline cellulose, xylose and enterosorbents // Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya. 2021, no. 4, pp. 95–107. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20210410504. S4

56. Kuznetsov B.N., Baryshnikov S.V., Miroshnikova A.V., Kazachenko A.S., Malyar Y.N., Skripnikov A.M., Taran O.P. Fractionation of Birch Wood by Integrating Alkaline-Acid Treatments and Hydrogenation in Ethanol over a Bifunctional Ruthenium Catalyst // CATALYSTS – 2021. – V.11 – 1362. - Publ.: NOV 2021. DOI: 10.3390/catal11111362. Q2.S2

57. Kuznetsov Boris N., Kuzmin Vladimir I. 40 years of the Institute of Chemistry And Chemical Technology of SB RAS // Radioelektronika, Nanosistemy, Informacionnye Tehnologii. – 2021. – V.13.Is.4. – P. 529-532. DOI: 10.17725/rensit.2021.13.529. S3

58. Kuznetsov P.N., Avid B., Kuznetsova L.I., Perminov N.V., Kamensky E.S., Ismagilov Z.R. Co-processing of Bituminous Coal with Heavy Hydrocarbon Fractions of Coal and Petroleum Origins into Pitch-Like Products // Chemistry for Sustainable Development. – 2021. – № 2. – P.213-223. DOI: 10.15372/CSD2021299. Q

59. Kuznetsov P.N., Safin V.A., Avid B., Kuznetsova L.I., Purevsuren B., Ismagilov Z.R. Thermal Dissolution of Coals of the Metamorphism Series in the Anthracene Fraction of Coking Tar: An Analysis of Correlations with the Chemical and Technological Properties of Coals // SOLID FUEL CHEMISTRY. - V. 55, Is.2 – P. 69-77. - Publ.: MAR 2021. DOI: 10.3103/S0361521921020038. Q4.S3

60. Kuznetsova S.A., Pen R.Z., Kuznetsov B.N. Optimization of The Process of Biologically –Active Betulindipropionate Production from Outer Birch Bark // Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya. – 2021. – № 1. – P.309-316. (inRuss.). DOI: 10.14258/jcprm.2021017973. S4

61. Kuznetsova S.A., Shakhtshneider T.P., Mikhailenko M.A., Malyar Y.N., Kichkailo A.S., Drebuschak V.A., Kuznetsov B.N. Preparation and antitumor activity of betulin dipropionate and its composites: A minireview // Biointerface Research in Applied Chemistry. - Vol. 12, I. 5, 2022, - P. 6873 – 6894. DOI: 10.33263/BRIAC125.68736894. Q.S4.

62. Levdansky A.V., Vasilyeva N.Yu., Kondrasenko A.A., Levdansky V.A., Malyar Yu.N., Kazachenko A.S., Kuznetsov B.N. Sulfation of arabinogalactan with sulfamic acid under homogeneous conditions in dimethylsulfoxide medium // WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. – 2021. – V. 55. – P. 1725–1744. - Publ.: NOV 2021. DOI: 10.1007/s00226-021-01341-2. Q1.S1

63. Levdansky V.A., Kondrasenko A.A., Levdanskya A.V., Kuznetsov B.N. Sulfation of birch wood xylan with sulfamic acid in 1,4-dioxane // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 3. – P. 325–336. DOI: 10.17516/1998-2836-0241. Q.S4

64. Likhatskii M.N., Karacharov A.A., Romanchenko A.S., Zaikovskii V.I., Mikhlin Y.L. A Comparative Study of the Deposition of Nanoscale Au-S Intermediates from Aqueous Solutions on CuO, TiO₂, and alpha-Fe₂O₃ Surfaces // JOURNAL OF STRUCTURAL CHEMISTRY. – V.62, Is.4. – P. 613-621. - Publ.: APR 2021. DOI: 10.1134/S0022476621040132. Q4.S3

65. Losev V., Elsuf'ev E., Borodina E., Buyko O., Maznyak N., Trofimchuk A., Silicas Chemically Modified with Sulfur-Containing Groups for Separation and Preconcentration of Precious Metals Followed by Spectrometric Determination // MINERALS. – V.11, Is. 5. – № 481. - Publ.: MAY 2021. DOI: 10.3390/min11050481. Q2.S2.
66. Losev V.N., Didukh-Shadrina S.L., Orobyeva A.S., Metelitsa S.I., Samoilo A.S., Zhizhaev A.M., Trofimchuk A.K. Effective separation of chromium species in technological solutions using amino-immobilized silica prior to their determination // JOURNAL OF HAZARDOUS MATERIALS. 407. (2021) 124383. – pp.1-12. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2020.124383. Q1.S1
67. Lugovoy Y. V., Chalov K.V., Tarabanko V. E., Stepacheva A. A., Kosivtsov Y. Y. Fast Pyrolysis of Flax Shive in a Screw-Type Reactor // CHEMICAL ENGINEERING & TECHNOLOGY/ - 2021,v. 44, No. 11 - p. 2056–2063. DOI: 10.1002/ceat.202100251. Q3.S2
68. Lutoshkin M.A., Malyar Y.N. Study of Mono-fluorinated Derivative of Benzoyltrifluoroacetone // JOURNAL OF SOLUTION CHEMISTRY. – V. 50, Is. 9-10. – P.189-1203. - Publ: OCT 2021. DOI: 10.1007/s10953-021-01112-4. Q4.S3
69. Lutoshkin M.A., Petrov A.I., Malyar Y.N., Kazachenko A.S. Interaction of Rare-Earth Metals and Some Perfluorinated beta-Diketones // INORGANIC CHEMISTRY. – V.60, Is.5. – P. 3291-3304. Publ.: MAR 1 2021. DOI: 10.1021/acs.inorgchem.0c03717. Q1.S1
70. Lutoshkin M.A., Taydakov I.V. Selenoyl-trifluoroacetone: Synthesis, properties, and complexation ability towards trivalent rare-earth ions // POLYHEDRON. – V.207. – № 115383. - Publ.: OCT 1 2021. DOI: 10.1016/j.poly.2021.115383. Q2.S2
71. Lutoshkin, M.A., Rataboul, F., Djakovitch, L., Malyar, Yu. N., Kuznetsov. B.N. Composition and structure of ethanollignins of coniferous and deciduous wood and products of their catalytic telomerization with 1,3-butadiene // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. - 2021, 14(4), - 539–551. DOI: 10.17516/1998-2836-0261. Q.S4
72. Malyar Y.N., Kazachenko A.S., Zimonin D.V. Optimization of the process of obtaining ethanol-lignin from Abies Bark // Software Engineering and Algorithms. CSOC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – V. 230. - P. 363-368. DOI: 10.1007/978-3-030-77442-4_31. S4
73. Malyar Y.N., Vasilyeva N.Yu., Kazachenko A.S., Borovkova V.S., Skripnikov A.M., Miroshnikova A.V., Zimonin D.V., Ionin V.A., Kazachenko A.S., Issaoui N. Modification of Arabinogalactan Isolated from Larix sibirica Ledeb. into Sulfated

Derivatives with the Controlled Molecular Weights // MOLECULES. – 2021. – V. 26, Is.17. – art. N 5364. - Publ: SEP 2021 DOI: 10.3390/molecules26175364. Q2.S1

74. Malyar Yu.N., Kazachenko A.S., Vasilyeva N.Yu., Fetisova O.Yu., Borovkova V.S., Mirosnikova A.V., Levdansky A.V., Skripnikov A.M. Sulfation of Wheat Straw Soda Lignin: Role of Solvents and Catalysts // CATALYSIS TODAY. – 2021. <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2021.07.033>. Q1.S1

75. Marouani H., Gatfaoui S., Issaoui N., Brandán S, Medimagh M., Al-Dossary O., Kazachenko A. Deciphering non-covalent interactions of 1,3-Benzenedimethanaminium bis(trioxonitrate): Synthesis, empirical and computational study // JOURNAL OF MOLECULAR STRUCTURE. – early access December 2021. DOI:10.1016/j.molstruc.2021.131720. Q3.S2

76. Maximova O., Lyaschenko S., Tarasov I., Yakovlev I., Mikhlin Y., Varnakov S., Ovchinnikov S. The Magneto-Optical Voigt Parameter from Magneto-Optical Ellipsometry Data for Multilayer Samples with Single Ferromagnetic Layer // Phys. Solid State (2021). DOI: 10.1134/S1063783421090274. Q4.S3

77. Medimagh M., Issaoui N., Gatfaoui S., Al-Dossary O., Kazachenko A.S., Marouani H., Wojcik M. J. Molecular modeling and biological activity analysis of new organic-inorganic hybrid: 2-(3,4-dihydroxyphenyl) ethanaminium nitrate // JOURNAL OF KING SAUD UNIVERSITY SCIENCE. – V.33, Is. 8. – art. N 101616. - Publ.: DEC 2021. DOI: 10.1016/j.jksus.2021.101616. Q2.S1

78. Mikhailov A.G., Zuev A.E., Vashlaev A.I. Poroperm Properties of Rock Mass: A Case-Study of Upward Capillary Movement of Water Solutions in Vibroacoustic Treatment // JOURNAL OF MINING SCIENCE. – V.56, Is.4. – P. 663-668. - Publ.: 04 March 2021. DOI: 10.1134/S1062739120046958. Q4.S3.

79. Mikhienkova E.I., Skorobogatova A.D., Guzei D.V., Zhigarev V.A. Minakov A.V., Kalyakina O.P., Kuzmin A.P., Sudakova I.G., Kuznetsov B.N. Application of Modified Hydrolysis Lignins as Components of Water- Based Drilling Fluids // Ecology and Industry of Russia. - 2021. – V.25, Is.10. - P. 15 -19. DOI: 10.18412/1816-0395-2021-10-15-19. S2

80. Mikhlin Y., Romanchenko A., Tomashevich Y. Surface and interface analysis of iron sulfides in aqueous media using X-ray photoelectron spectroscopy of fast-frozen dispersions // APPLIED SURFACE SCIENCE. – V. 549. – № 149261. DOI: 10.1016/j.apsusc.2021.149261. Q1.S1

81. Mikhlin Y.L., Likhatski M.N., Bayukov O.A., Knyazev Y.V., Velikanov D.A., Tomashevich Y.V., Romanchenko A.S., Vorobyev S.A., Volochaev M.V., Zharkov S.M., Meira D. M. Valleriite, Natural Two-Dimensional Composite: X ray Absorption,

Photoelectron and Mössbauer Spectroscopy and Magnetic Characterization // ACS OMEGA. – V. 6., Is. 11. – P. 7533-7543. - Publ. 23 MAR 2021. DOI:10.1021/acsomega.0c06052. Q2.S1

82. Mikova N.M., Levdanskiy V.A., Mazurova Ye.V., Kuznetsov B.N. Synthesis and Study of The Properties of Xerogels Derived from Sulfated Pine Ethanol Lignin // Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya. – 2021. – № 1. – P. 45–54. (inRuss.). DOI: 10.14258/jcprm.2021018242. S4

83. Mikova N.M., Levdanskiy V.A., Skwortsova G.P., Zhizhaev A.M., Lutoshkin M.A., Chesnokov N.V., Kuznetsov B.N. Structure and properties of organic xerogels derived from tannins and ethanol lignins of the Siberian fir // Biomass Conversion and Biorefinery. – 2021. – V.11., Is.5. – P. 1565–1573. - Publ.: OCT 2021. DOI: 10.1007/s13399-019-00561-8. Q1.S2

84. Mikova N.M., Mazurova E.V., Ivanov I.P., Kuznetsov B.N. Synthesis, Structure and Properties of Organic Gels Based on Larch Bark Tannins and Hydrolysis Lignin // Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya. – 2021. – № 2. – P. 109–122. (inRuss.). - Publ.: May 27, 2021. DOI: 10.14258/jcprm.2021029635. S4

85. Miroshnikova A.V., Kazachenko A.S., Kuznetsov B.N., Taran O.P. Reductive Catalytic Fractionation of Lignocellulosic Biomass: A New Promising Method of its Integrated Processing. Kataliz v promyshlennosti // CATALYSIS IN INDUSTRY. - 2021; 21(6). – P. 425-443. - (In Russ.) <https://doi.org/10.18412/1816-0387-2021-6-425-443>. Q4

86. Moiseenko E.T., Zharkov S.M., Altunin R.R., Belousov O.V., Solovyov L.A., Yumashev V.V., Volochaev M.N., Zeer G.M. Peculiarities of Intermetallic Phase Formation in the Process of a Solid State Reaction in (Al/Cu)(n) Multilayer Thin Films // JOM. – V.73, Is.2.– P. 580-588. - Publ.: FEB 2021. DOI: 10.1007/s11837-020-04522-9. Q2.S1

87. Mongush G.R., Chuldum K.K., Nikitin A.P., Zhizhaev A.M. Study of structural features of carbon materials obtained by coal pyrolysis of the Kaa-Khem deposit under pressure of its own volatile substances // COKE AND CHEMISTRY. 2021. №5. – С. 26-35. DOI: 10.52351/00232815_2021_05_26 – в русской версии. Q.S3

88. Myagkaya I.N., Saryg-ool B.Y., Surkov O.N., Zhmodik S.M., Lazareva E.V., Taran O.P. Natural organic matter from the dispersion train of gold sulfide tailings: group composition and fractionation of elements: case study of Ursk Tailings, Kemerovo Region, Siberia // GEOCHEMISTRY-EXPLORATION ENVIRONMENT ANALYSIS. – V.21, Is.1. – № geochem2020-052. - Publ.: FEB 2021. DOI: 10.1144/geochem2020-052. Q3.S3

89. Myagkov V.G., Bykova L.E., Zhigalov V.S., Matsynin A.A., Velikanov D.A., Bondarenko G.N. Solid-state synthesis, rotatable magnetic anisotropy and characterization of Co_{1-x}Pt_x phases in 50Pt/50fccCo(001) and 32Pt/68fccCo(001) thin films // JOURNAL

OF ALLOYS AND COMPOUNDS. – V. 861. – № 157938. APR 25 2021. DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.157938. Q1.S1

90. Myagkov V.G., Zhigalov V.S., Bykova L.E., Solovyov L.A., Matsynin A.A., Balashov Y.Y., Nemtsev I.V., Shabanov A.V. Bondarenko G.N. Solid-state synthesis, dewetting, and magnetic and structural characterization of interfacial $\text{Fe}_x\text{Sn}_{1-x}$ layers in $\text{Sn}/\text{Fe}(001)$ thin films // JOURNAL OF MATERIALS RESEARCH. - Early access JUL 2021. DOI: 10.1557/s43578-021-00312-4. Q3.S1

91. Myz S.A., Mikhailenko M.A., Mikhailovskaya A.V., Bulina N.V., Gerasimov K.B., Politov A.A., Kuznetsova S.A., Shakhtshneider T.P. Cocrystals of betulin with adipic acid: preparation and thermal behavior // J Therm Anal Calorim. - 2021. - <https://doi.org/10.1007/s10973-021-11107-4> Q1

92. Nasluzov V.A., Ivanova-Shor E.A. Shor A.M., Laletina S.S., Neyman K.M. Adsorption and Oxidation of CO on Ceria Nanoparticles Exposing Single-Atom Pd and Ag: A DFT Modelling // MATERIALS. – 2021. – V.14, Is.22. – art N 6888. Publ: 15 November 2021. DOI: 10.3390/ma14226888. Q1.S2

93. Novikova, G.V., Krasnov, P.O., Samoilo, A.S., Shidlovskiy I.P., Kondrasenko A.A., Andreeva E.A. Complex Formation of Cefazolin with Ca^{2+} and Mg^{2+} : Synthesis, DFT, Spectral and Antibacterial Determination // CHEMISTRYSELECT. – 2021. - V.6. – Is.34. - P. 8974-8980 DOI:10.1002/slct.202102078. Q3.S2

94. Novikova, G.V., Tsyplenkova, D.I., Kuzubov, A.A., Kolenchukovac, O.A., Samoiloa, A.S., Vorobyev S.A. Complex of $\text{Ca}(\text{II})$ with ceftriaxone: synthesis, structure, spectral and antibacterial properties // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 3. – P. 290–301. DOI: 10.17516/1998-2836-0238. Q.S4

95. Orlov Yu.S., Vereshchagin S.N., Novikov S.V., Burkov A.T., Borus A.A., Sitnikov M.V., Solovyov L.A., Volochaev M.N., Dudnikov V.A. Effect of mechanical activation on the thermoelectric properties of $\text{Sr}_{1-x}\text{Sm}_x\text{TiO}_3$ ceramic // CERAMICS INTERNATIONAL. – 2021. – V. 47. – Is. 20. – P. 28992-28999. DOI: 10.1016/j.ceramint.2021.07.060. Q1.S1

96. Parshin A.S., Mikhlin Y.L. & Aleksandrova G.A. Spectroscopy of Reflected Electron Energy Losses of $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ // Phys. Solid State (2021). DOI: 10.1134/S1063783421080254. Q4.S3

97. Petrov A.I., Dergachev I.D. Platinum(II)-mediated disulfide/thiolate interconversion in organic disulfides: Density functional theory thermodynamic study // International Journal of Quantum Chemistry. – Early Access: Publ.: 18 NOV 2021. DOI: 10.1002/qua.26849. Q.S2

98. Petrov A.I., Lutoshkin M.A. TD-DFT assessment of UV-vis spectra palladium and platinum complexes with thiols and disulfide // JOURNAL OF MOLECULAR MODELING. – V.27, Is.6. – №152. - Publ.: JUN 2021. DOI: 10.1007/s00894-021-04781-6. Q3.S3

99. Pluzhnikova T.N., Fedorov V.A., Balybin D.V., Berezner A.D., Mikhlin Y.L., Fedotov D.Yu. Solid-phase hydrogen diffusion through the membranes of Fe₉₂Si₆B₂ amorphous alloy and the diffusive impact on the mechanical parameters of non-crystalline structure // PROTECTION OF METALS AND PHYSICAL CHEMISTRY OF SURFACES. - Publ.: 2021. - Is.6 - P 1235-1241. DOI: 10.1134/S2070205121060174. Q3.S2

100. Purevsuren B., Batbileg S., Battsetseg M., Jargalmaa S., Avid B., Ariunaa A., Kuznetsov P.N., Kamenskii E.S., Kuznetsova L.I. Properties of Mongolian Coal and Its Semicoking Products // COKE AND CHEMISTRY. - V. 64, Is.2 – P. 58-63. -ubl.: FEB 2021. DOI: 10.3103/S1068364X21020058. Q.S3

101. Romanov V.N., Kozulina N.S., Snitkova T.A., Vasilenko A.V., Mikhailets M.A., Lipshin A.G., Belash M. Yu., Veprikova E.V., Sobolev A.A., Taran O.P. Properties of granular nitrogen-containing fertilizers based on pine sawdust and studying its effectiveness in growing wheat in the agricultural zone of the Krasnoyarsk Territory // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. - 2021, 14(4) – P.570–581. DOI: 10.17516/1998-2836-0264. Q.S4

102. Ronzhin N.O., Posokhina E.D., Mikhlina E.V., Mikhlin Y.L., Simunin M.M., Tarasova L.S., Vorobyev S.A., Bondar V.S., Ryzhkov I.I. A new composite material based on alumina nanofibers and detonation nanodiamonds: synthesis, characterization, and sensing application // JOURNAL OF NANOPARTICLE RESEARCH. –V. 23, Is.9. – №199. - Publ.: SEP 2021. DOI: 10.1007/s11051-021-05309-y. Q3.S2

103. Ruseikina A.V., Molokeev M.S., Chernyshev V.A., Aleksandrovsky A.S., Krylov A.S., Krylova S.N., Velikanov D.A., Grigoriev M.V., Maximov N.G., Shestakov N.P., Garmonov A.A., Matigorov A.V., Tarasov A.S., Rautskii M.V., Khritokhin N.A., Melnikova L.V., Tretyakov N.Y. Synthesis, structure, and properties of EuScCuS₃ and SrScCuS₃ // JOURNAL OF SOLID STATE CHEMISTRY. – V.296. – № 296. - Publ.: APR 2021. DOI: 10.1016/j.jssc.2020.121926. Q2.S2

104. Safin V.A., Kuznetsov P.N., Kositsyna S.S., Buryukin F.A. and Butuzova L.F. Production of Carbon Binders from Petroleum and Coal Derivatives // COKE AND CHEMISTRY. – V.64, Is.4. – P.156-162. - Publ.: 2021. DOI: 10.3103/S1068364X21040074. Q.S3

105. Sagaama Abir, Issaoui Noureddine, Al-DossaryOmar, Kazachenko Aleksandr S., Marek.J.Wojcik. Non covalent interactions and molecular docking studies on morphine

compound. // JOURNAL OF KING SAUD UNIVERSITY SCIENCE. - Volume 33, Issue 8, - December 2021, 101606. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101606>. Q2.S1

106. Saikova S.V., Chistyakov D.I., Saykova D.I., Mikhlin Yu.L., Kuzmin D.V. Synthesis and characterization of lead dibutyl dithiophosphate nanoparticles // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 3. – P. 350–359. DOI: 10.17516/1998-2836-0243. Q.S4

107. Saikova S.V., Pavlikov A.Yu., Trofimova T.V., Mikhlin Yu.L., Karpov D.V., Asanova A.A., Grigoriev Yu.S., Volochaev M.N., Zharkov S.M. Velikanov D.A. Hybrid Nanoparticles Based on Cobalt Ferrite and Gold: Preparation and Characterisation // Metals. - V.11, Is. 5. – № 705. - Publ.: MAI 2021. DOI: 10.3390/met11050705. Q2.S1.

108. Shalygina T.A., Rudenko M.S., Nemtsev I.V., Parfenov V.A., Voronina S.Y., Simonov-Emelyanov I.D., Borisova P.E. Influence of the Filler Particles' Surface Morphology on the Polyurethane Matrix's Structure Formation in the Composite // Polymers. 2021. 13, 3864. DOI: 3390/ polym13223864. Q1.S1

109. Shimanskii A.F. Podshibyakina E.Y., Samoilo A.S., Zhizhaev A.M., Gorodishcheva A.N., Vasil'eva M.N. Silica Crucibles for Molten Germanium with a Boron Nitride-Containing Composite Inner Layer // INORGANIC MATERIALS. – V.57, Is.3. – P. 208-212. - Publ.: FEB 2021. DOI: 10.1134/S0020168521020114. Q4.S2

110. Simunin M., Voronin A., Fadeev Y., Mikhlin Y., Lizunov D., Samoilo A., Chirkov D., Voronina S., Khartov S. Features of functionalization of the surface of alumina nanofibers by hydrolysis of organosilanes on surface hydroxyl groups. // Polymers (MDPI). - 2021. - 13, 4374. DOI:10.3390/polym13244374. Q1.S1

111. Sudakova I.G., Levdansky A.V., Kuznetsov B.N. Methods of Chemical and Thermochemical Processing of Hydrolytic Lignin // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is.2. – P.263-275. - Publ.: 06.2021. DOI: 10.17516/1998-2836-0236. Q.S4

112. Sursyakova V.V., Levdansky V.A., Rubaylo A.I. Determining binding constants for 1:1 and 1:2 inclusion complexes of ester betulin derivatives with (2-hydroxypropyl)- β -cyclodextrin by affinity capillary electrophoresis // ELECTROPHORESIS. – 2021. – V.42, № 6. - P.700-707. - Publ.: MAR 2021. DOI:10.1002/elps.202000189. Q2.S2

113. Sursyakova V.V., Rubaylo A.I. Boundary values of binding constants determined by affinity capillary electrophoresis // JOURNAL OF SEPARATION SCIENCE. - 2021. - Vol. 44. - № 22. - P. 4200-4203. DOI: 10.1002/jssc.202100507. Q2.S2

114. Sychev V.V., Baryshnikov S.V., Ivanov I.P., Volochaev M.N., Taran O.P. Hydrogenation of Levulinic Acid to gamma-Valerolactone in the Presence of Ru-Containing Catalysts Based on Carbon Material "Sibunit" // JOURNAL OF SIBERIAN

FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V. 14, Is.1. – P. 5-20. - Publ.: 10.03.2021.
DOI: 10.17516/1998-2836-0211. Q.S4

115. Tarabanko N.V., Golubkov V.A, Sychev V.V., Tarabanko, V.E., Taran O.P. (2021) Acceleration by double activation catalysis and its negation with rising temperature in hydrolysis of cellobiose with phthalic and hydrochloric acids. // ChemPhysChem. Accepted Author Manuscript. <https://doi.org/10.1002/cphc.202100804>. Q2.S1

116. Tarabanko V.E. Catalytic Conversion of Lignins for Valuable Chemicals // CATALYSTS. - 2021, - 11, - 1254. <https://doi.org/10.3390/catal11101254>. Q2.S2

117. Tarabanko V.E., Simakova I.L., Smirnova M.A., Kaygorodov K.L. Catalytic Hydrogenation of Furfural Diethyl Acetal to Ethyl Furfuryl Ether // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 3. – P.281–289. DOI: 10.17516/1998-2836-0237. Q.S4

118. Taran O.P., Skripnikov A.M., Ionin V.A., Kaigorodov K.L., Krivonogov S.K., Dobretsov N.N., Dobretsov V.N., Lazareva E.V., Kruk N.N. Composition and Concentration of Hydrocarbons of Bottom Sediments in the CHPP-3 Diesel-Fuel Spill Zone at AO NTEC (Norilsk, Arctic Siberia) // Contemporary Problems of Ecology. – V.14, Is.4. – P. 335-355. - Publ: JUL 2021. DOI: 10.1134/S1995425521040089. Q4.S3

119. Taran O.P., Sychev V.V., Kuznetsov B.N. γ -Valerolactone as a Promising Solvent and Basic Chemical Product: Catalytic Synthesis from Plant Biomass Components // CATALYSIS IN INDUSTRY. – V.13, Is.3. – P. 289-308. - Publ: JUL 2021. DOI 10.1134/S2070050421030119. Q.S4

120. Tsyganova S.I., Bondarenko G.N., Fetisova O.Y. Energy storage in carbon materials synthesized from fir bark modified with graphite and zinc chlorine // WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY. – V.55, Is.4. – P. 1123-1134. -Publ.: JUL 2021. DOI: 10.1007/s00226-021-01298-2. Q1.S1

121. Vereshchagin S., Dudnikov V., Orlov Y., Solovyov L. Tetragonal to cubic transition of $\text{Sr}_{0.8}\text{Dy}_{0.2}\text{CoO}_{3-\delta}$ and oxygen mobility: TG-DSC-XRD study // JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS. – V. 860. – № 158257. APR 25 2021. DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.158257. Q1.S1

122. Vereshchagina T.A., Kutikhina E.A., Fomenko E.V., Anshits A.G. Microsphere sorbents based on cenosphere supported zirconium molybdates and zirconium silicates for cesium-137 and strontium-90 removal from radioactive waste solutions // Chemistry for Sustainable Development. – 2021. – V. 29. – No. 3. – P. 261-268. DOI: 10.15372/CSD2021304. Q

123. Vereshchagina T.A., Kutikhina E.A., Mazurova E.V., Fomenko E.V., Anshits A.G. Hydrothermal synthesis of cesium and strontium bearing mineral-like phases using

coal fly ash cenospheres // *Chemistry for Sustainable Development*. – 2021. – V. 29. – No. 3. – P. 269-279. DOI: 10.15372/CSD2021305. Q

124. Vereshchagina T.A., Kutikhina E.A., Solovyov L.A., Vereshchagin S.N., Mazurova E.V., Anshits A.G. Hydrothermal co-processing of coal fly ash cenospheres and soluble Sr(II) as environmentally sustainable approach to Sr-90 immobilization in a mineral-like form // *MATERIALS*. – 2021. – V. 14. – P. 5586. - Publ.: OCT 2021. DOI: 10.3390/ma14195586. Q1.Q2

125. Verpekin V.V., Chudin O.S., Vasiliev A.D., Kondrasenko A.A., Shor A.M., Burmakina G.V., Maksimov N.G., Zimonin D.V., Rubaylo A.I. Trinuclear ReFePt clusters with a μ 3-phenylvinylidene ligand: synthetic approaches, rearrangement of vinylidene, and redox-induced transformations // *DALTON TRANSACTIONS*. – 2022. – Vol. 51. – P.324-339 DOI: 10.1039/D1DT03750A. Q1.S3.

126. Vigul D.O., Tarabanko V.E., Chelbina Yu.V., Levdansky V.A. Catalytic oxidation of cedar bark (*PinusSibirica*) with oxygen to vanillin and pulp // *JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY*. – V.14, Is. 4. – P. 457-463. DOI: 10.17516/1998-2836-0254. Q.S4

127. Vorob'ev A., Burdakova E.A., Sarycheva A.A., Volochaev M.N., Karacharov A.A., Likhatskii M.N., Mikhlin Y.L. Analysis Of Function Of Copper Sulfide Nanoparticles As Sphalerite Flotation Activator // *JOURNAL OF MINING SCIENCE*. – V. 57, Is.1. – P. 144-153. - Publ.: JAN 2021. DOI: 10.1134/S1062739121010154. Q4.S3

128. Voronin A.S., Fadeev Y. V., Govorun I.V., Podshivalov I.V., Simunin M.M., Tambasov I.A., Karpova D.V., Smolyarova T.E., Lukyanenko A.V., Karacharov A.A., Nemtsev I.V., Khartov S.V. Cu-Ag and Ni-Ag meshes based on cracked template as efficient transparent electromagnetic shielding coating with excellent mechanical performance // *JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE*. – V. 56. Is. 26. – P. 14741-14762. DOI: 10.1007/s10853-021-06206-4. Q2.S1

129. Xu H., Fan X., Li GS., Xu YY., Mo WL., Kuznetsov P.N., Ma F.Y., Wei X.Y. Preparation of Co-Mo/ γ -Al₂O₃ catalyst and the catalytic hydrogenation effects on coal-related model compounds // *JOURNAL OF THE ENERGY INSTITUTE*. - V. 26. – P. 52-60. - Publ.: JUN 2021. DOI: 10.1016/j.joei.2021.02.005. Q2.S1

130. Xu Y.Y., Sun Z.Q., Fan X., Ma F.Y., Kuznetsov P.N., Chen B., Wang J.F. Building methodology for evaluating the effects of direct coal liquefaction using coal structure-chemical index // *FUEL*. – V. 305. – art. N 121568 – Publ.: DEC 1 2021. DOI: 10.1016/j.fuel.2021.121568. Q1.S1

131. Zharkov S.M., Altunin R.R., Yumashev V.V., Moiseenko E.T., Belousov O.V., Solovyov L.A., Volochaev M.N., Zeer G.M. Kinetic study of a solid-state reaction in Ag/Al

multilayer thin films by in situ electron diffraction and simultaneous thermal analysis // JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS. – V.871. – № 159474. - Publ.: AUG 5 2021. DOI: 10.1016/j.jallcom.2021.159474. Q1.S1.

132. Zos'ko N.A., Kenova T.A., Aleksandrovsky A.S., Zhizhaev A.M., Taran O.P. Synthesis and photoelectrocatalytic activity of anodic nanostructured TiO₂ films // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY-CHEMISTRY. – V.14, Is. 3. – P. 396–405. DOI: 10.17516/1998-2836-0249. Q.S4

133. Криницын Д. О., Романченко А. С., Воробьев С. А., Лихацкий М. Н., Карачаров А. А., Крылов А. С., Волочаев М. Н., Михлин Ю. Л. Получение пленок сульфида цинка на поверхности золота как сенсора электрохимического кварцевого микробаланса // Электрохимия. - 2021. - Т.57, №12. - С.762-768. DOI: 10.31857/S0424857021120045. Q4.S4

134. Михайловская А.В., Мызь С.А., Герасимов К.Б., Кузнецова С.А., Шахтштейндер Т.П. Синтез смешанных кристаллов бетулина с субериновой кислотой и исследование их свойств. // Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya. – 2021. – № 4. 10.14258/jcprgm.2021049736. S4

Статьи в отечественных журналах, реферируемых в РИНЦ (ВАК):

135. Bragin V.I., Kraritonova M.Yu., Matsko N.A. A probabilistic approach to the dynamic cut-off grade assessment // JOURNAL OF MINING INSTITUTE - V.251. - P. 617-625. DOI: 10.31897/PMI.2021.5.1. R

136. Zhuikov A.V., Matiushenko A., Loginov D.A., Zhizhaev A.M., Kuznetsov P.N., Tarasova L.S., Mongush G.R. Use of Mixed Fuel Based on Brown Coal and its Thermal Processing Products in Energy Boilers // JOURNAL OF SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY. ENGINEERING & TECHNOLOGIES – 2021. – V. 14, Is.1. – P. 106-117. - Publ.: 21.02.2021. DOI: 10.17516/1999-494X-0291. R

137. Zhuikov A.V., Matiushenko A.I., Kuznetsov P.N., Stebeleva O.P., Samoilo A.S. Thermogravimetric analysis of the combustion of Khakassia coal, pine sawdust and their blends // J. Sib. Fed. Univ. Eng. & Technol. – 2021, 14(6), P. 611–622. DOI: 10.17516/1999–494X-0338. R

138. Бермешев Т.В., Жереб В.П., Губанов И.Ю., Рябов В.В., Юшкова О.В., Ченцов В.П., Мазурова Е.В., Ворошилов Д.С., Подшибякина Е.Ю. Моделирование условий охлаждения германата висмута Bi₂GeO₅ // Письма в ЖТФ. – 2021. – Т.47, № 15. – С. 27-30. DOI 10.21883/PJTf.2021.15.51230.18803. R

139. Гарынцева Н.В., Воробьев С.А., Карачаров А.А. Использование процесса пероксидной делигнификации древесины осины в среде «муравьиная кислота – вода»

для получения нанофибриллированной целлюлозы // Вестник ТГУ. - № 23. - С. 40–53. DOI: 10.17223/24135542/23/4. R

140. Гончаров Е.В., Кондрасенко А.А., Петерсон И.В., Шевчук Т.А., Колосовская Е.Ю., Юрченко Р.А., Григорьев А.М., Фицев И.М. Идентификация и аналитические профили синтетического каннабиноида 3,3-диметил-2-(2-(1-(4-фторбензил)-1H-индол-3-ил)ацетамидо)бутанамида (ADB-FUBIATA, FUB-ACADB) // Бутлеровские сообщения. 2021. - Т.68. №10. - С. 133-139. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/21-68-10-133. R

141. Зашихин А.В. О влиянии эффекта ударной изометризации на частицы золота // Обогащение руд. - 2021. - №4. - С. 10-14. DOI 10.17580/or.2021.04.02. R

142. Ионин В.А., Казаченко А.С., Елсуфьев Е.В. Переработка коры кедр сибирского (*Pinus sibirica*) с получением таннинов и этаноллигнинов // Вестник ТГУ. - № 23. - С. 54–66. DOI: 10.17223/24135542/23/5. R

143. Микова Н.М., Фетисова О.Ю., Иванов И.П., Чесноков Н.В. Изучение термохимического превращения коры пихты в условиях ее активациисоединениями калия // ВЕСТНИК ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. ХИМИЯ. - 2021. - №23. - С. 18-29. R

144. Рудковский А.В., Еремина А.О., Таран О.П. Брикетированные углеродные сорбенты на основе коры пихты сибирской и древесного пека // Вестник Томского государственного университета. Химия. – 2021. – № 22. – С. 24–37. DOI: 10.17223/24135542/22/3. R

145. Цыганова С.И., Веприкова Е.В., Левданский А.В., Мазурова Е.В., Таран О.П. Влияние экстракции на структуру и сорбционную активность коры лиственницы // Вестник Томского государственного университета. Химия. – 2021. – № 23. – С. 6–18. DOI: 10.17223/24135542/23/1. R

146. Шепелев И.И., Потапова С.О., Жижаяев А.М., Еськова Е.Н. Экоотоксикологическая оценка влияния материала дорожных одежд на загрязнение почвы придорожной полосы // АгроЭкоИнфо. Электронный научно-производственный журнал. - 2021. №5. DOI: <https://doi.org/10.51419/20215507>. R

Доклады и тезисы докладов на конференциях:

1. Chudin O.S., Nedelina T.S., Patrusheva A.A., Burmakina G.V., Rubaylo A.I., Verpekin V.V. Rhodium (I) Complexes of Type Rh(CO)(CN-Ad)(Bident): Synthesis, Reactivity, Electrochemistry and Catalytic Application // VI Международная школа-конференция по катализу для молодых ученых "Каталитический дизайн: от исследований на молекулярном уровне к практической реализации". – Новосибирск. - 16-19 мая 2021 г. – С.162-163.

2. Ivanova-Shor E.A., Nasluzov V.A., Shor A.M., Laletina S.S., Neyman K.M. CO_x species at ceria nanoparticles with single atoms of Pd and Ag: structures, energies, CO frequencies // Online Scientific Meeting International Conference on Theoretical Aspects of Catalysis, ICTAC-2021. - France, Lion. - June 14, 2021.
3. Kazachenko A.S., Vasilyeva N. Yu., Fetisova O.Yu., Borovkova V.S., Miroshnikova A.V., Levdansky A.V., Skripnikov A.M. Sulfation of Wheat Straw Soda Lignin: Role of Solvents and Catalysts // 5th International Conference on Catalysis and Chemical Engineering - February 22-26, 2021 - Virtual (San Francisco, CA, USA). - p. 177-178.
4. Krasitskaya V.V., Yaroslavtsev R.N., Kudryavtsev A.N., Vereshchagina T.A., Stolyar S.V., Frank L.A. Functionalized magnetic nano- and microparticles for biotechnological applications // Proceedings IV International Scientific Conference «Biotechnology of New Materials – Environment – Quality of Life ». 10–13 October 2021. – Krasnoyarsk, Russia. – P. 133–134.
5. Kuznetsov Peter, Avid Budeebazar, Kuznetsova Lyudmila, Purevsuren Barnazan, Fan Xing, Ismagilov Zinfer, and Safin Vladimir. Thermal Solvolysis of Coals Under Mild Conditions as an Alternative Way to Produce Aromatics for Carbon Materials // 5th International Conference – ICCIUNR 2021 "Chemical Investigation and Utilization of Natural Resources". - Conference 14. – 15 October, 2021, - Ulaanbaatar, Mongolia.
6. Makarovskaya N.S., Kuznetsova L.I. Thermal Dissolution of Coal // III Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «БОРИСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ». – Красноярск. - 23–24 сентября 2021 г. - С.392-394.
7. Malyar Y.N., Kazachenko A.S., Zimonin D.V Optimization of the Process of Obtaining Ethanol-Lignin from Abies Bark (*Abies Sibirica*) // 10th Computer Science Online Conference 2021 (Zlín, Czech Republic). Результаты данной конференции были опубликованы в: Optimization of the Process of Obtaining Ethanol-Lignin from Abies Bark (*Abies Sibirica*). In: Silhavy R. (eds) Software Engineering and Algorithms. CSOC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. - vol 230. - Springer, Cham.
8. Morozov E.V., Bouzник V.M., Yaroslavov A.A. Magnetic resonance imaging study of reinforced ice and ice-based composites // Proceedings of the 26th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (POAC'21) - June 14-18, 2021. - Moscow, Russia - pp.1-11.
9. Purevsuren Barnasan, Batkhishig Damdin, Batbileg Sanjaa, Battsetseg Munkhtaivan, Ankhtuya Ariunbold, Jargalmaa Soninkhuu, Avid Budeebazar, Ariunaa Aleksandr, Kuznetsov Peter Investigation on Characterization and Pyrolysis of Some Coals

from Mongolia // 5th International Conference – ICCIUNR 2021 "Chemical Investigation and Utilization of Natural Resources". - Conference 14. – 15 October, 2021 - Ulaanbaatar, Mongolia.

10. Vasilieva N., Malyar Y., Fetisova O., Karacharov A., Kondrasenko A. Acid-Free Catalytic Sulfation of Arabinogalactan // 5th International Conference on Catalysis and Chemical Engineering. - February 22-26, 2021. - Virtual (San Francisco, CA, USA).

11. Veprikova E.V., Ionin V.A., Skripnikov A.M., Kazachenko A.S., Taran O.P. Integrated extraction-catalytic processing of mechanically activated pine bark // Catalysts Design: From Molecular to Industrial Level: 6th International scientific school-conference on Catalysis for young scientists. Abstracts. - May 16-19, 2021. - Novosibirsk, Russia.

12. Авид Б., Кузнецов П.Н., Фан Ксинг, Исмагилов З.Р. Свойства пекоподобных продуктов термосольволизного растворения спекающегося угля в технических углеводородных смесях. // X Международный Российско-Казахстанский Симпозиум «Углекислота и экология Кузбасса». – Кемерово. - 12-13 июля 2021г. – С.17.

13. Акименко А.А., Белоусов О.В., Борисов Р.В. Растворение металлических родия и иридия в автоклавных условиях // Металлургия цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН. – Красноярск. - 6-9 сентября 2021 г. - С. 57-59.

14. Болтенков В.В., Таран О.П., Яшник С.А., Бабушкин Д.Э., Пармон В.Н. Исследование механизма селективного пероксидного окисления метана в присутствии Cu(Fe)-содержащих катализаторов со структурой MFI // IV Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ». - 20 - 25 сентября 2021 г. – Казань. - С. 151-152.

15. Болтенков В.В., Таран О.П., Яшник С.А., Бабушкин Д.Э., Пармон В.Н. Селективное пероксидное окисление метана в мягких условиях в присутствии Cu(Fe)-содержащих цеолитов типа ZSM-5 для получения муравьиной кислоты и других оксигенатов // V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. – Красноярск.

16. Борисов Р.В., Белоусов О.В. Синтез металлических наночастиц иридия в автоклаве // Металлургия цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной

40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН. – Красноярск. - 6-9 сентября 2021 г. - С. 51-53.

17. Борисов Р.В., Брагин В.И., Жижаев А.М., Усманова Н.Ф. Изучение процессов осаждения золота на лежалых хвостах переработки золотосодержащих руд // Материалы Международной конференции “Инновационные процессы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья” (Плаксинские чтения – 2021). - С.413-416.

18. Боровкова В.С., Маляр Ю.Н., Судакова И.Г., Чудина А.И. Выделение и исследование физико-химических свойств водорастворимых гемицеллюлоз осины // V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. – Красноярск. - С. 63-64.

19. Боровкова, В.С., Маляр, Ю.Н. Влияние растворителей и катализаторов на процесс сульфатирования технического лигнина // XVII Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2021. – Красноярск. - 19–24 апреля 2021. - С. 1458-1459.

20. Веприкова Е.В., Ионин В.А., Скрипников А.М., Казаченко А.С., Таран О.П. Интегрированный процесс экстракционно-каталитической обработки механически активированных образцов коры сосны // IV Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ». - 20 - 25 сентября 2021 г. - Казань. - С. 462-463.

21. Вигуль Д.О., Тарабанько В.Е., Челбина Ю.В., Кайгородов К.Л. Влияние массопереноса и кислотного предгидролиза на процесс каталитического окисления костры льна (*Linum usitatissimum*) в ванилин и целлюлозу // Альтернативные источники сырья и топлива: тезисы докладов VIII Международной научно-технической конференции «АИСТ-2021». – Минск. - 12–14 октября 2021 г. - с. 52-55.

22. Вигуль Д.О., Тарабанько В.Е., Кайгородов К.Л., Челбина Ю.В. Влияние массопереноса и кислотного предгидролиза на окислительную переработку костры льна (*Linum usitatissimum*) в ванилин и целлюлозу // V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. – Красноярск.

23. Голубков В.А., Тарабанько Н.В., Таран О.П. Особенности гидролиза целлюбиозы при совместном воздействии фталевой и соляной кислот // Сборник тезисов докладов конференции «IX Молодежная конференция ИОХ РАН, посвященная 160-летию со дня рождения академика Н.Д. Зелинского». - 11 – 12 ноября 2021 г. - Москва. - стр. 59.

24. Громов Н.В., Медведева Т.Б., Лукоянов И.А., Тимофеева М.Н., Жижина Е.Г., Таран О.П., Пармон В.Н. Разработка процесса гидролиза-окисления возобновляемого растительного и микробиального сырья в муравьиную кислоту в присутствии гетерополикислотных катализаторов // IV Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ». - 20 - 25 сентября 2021 - г. Казань. - С. 161-162.

25. Громов Н.В., Медведева Т.Б., Лукоянов И.А., Тимофеева М.Н., Таран О.П., Пармон В.Н. Гидролиз-окисление целлюлозы в муравьиную кислоту в присутствии каталитических систем на основе гетерополикислот // Альтернативные источники сырья и топлива: VIII Международная научно-техническая конференция. - 12-14 октября 2021. - Минск. - С. 50-51.

26. Громов Н.В., Огородникова О.Л., Исупова Л.А., Амонье С., Таран О.П., Пармон В.Н. Гидролиз целлюлозы в глюкозу с использованием катализаторов на основе оксидов ниобия и циркония // Альтернативные источники сырья и топлива: VIII Международная научно-техническая конференция. - 12-14 октября 2021. - Минск. - С. 99-100.

27. Жуйков А.В., Кузнецов П.Н., Матюшенко А.И. Термогравиметрическое исследование горения смесового твердого топлива на основе бурого угля // Сб. тезисов докладов X Международный Российско-Казахстанский Симпозиум «Углекислотная химия и экология Кузбасса». – Кемерово. - 12-13 июля 2021 г. - С. 35.

28. Жуйков А.В., Матюшенко А.И., Кузнецов П.Н., Пуревсурен Б. Исследование горения альтернативных видов твердого топлива в условиях медленного нагрева // III Всероссийской научно-технической конференции с международным участием КОНФЕРЕНЦИЯ: «БОРИСОВСКИЕ ЧТЕНИЯ». – Красноярск. - 23–24 сентября 2021 г.

29. Зосько Н.А., Кенова Т.А., Таран О.П. Влияние напряжения анодирования на морфологию и фотоэлектрокаталитическую активность нанотрубок диоксида титана // V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. - Красноярск. - С. 77-78.

30. Ионин В.А., Скрипников А.М., Таран О.П. Влияние способов механической активации на выход экстрактивных веществ коры сосны // Всероссийская научно-практическая конференция «ЛЕСНОЙ И ХИМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКСЫ - ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ». - 18-19 сентября 2020 г. - сборник опубликован в 2021.

31. Ионин В.А., Чудина А.И., Скрипников А.М., Маляр Ю.Н. Терпеновая фракция смолистых экстрактивных веществ коры пихты Сибирской (*Abies sibirica*) и коры пихты, поврежденной полиграфом уссурийским (*Polygraphus proximus* В.) // V

школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. - Красноярск. - С. 69-70.

32. Казаченко А.С. Synthesis of Galactomannan Sulfate-Citrate // II International Scientific Workshop «Advances in Materials Sciences» - “AMS-Workshop-2021”. - Россия, Красноярск. - Результаты данной конференции будут опубликованы в журнале Materials Science Forum.

33. Каичев В.В., Сараев А.А., Винокуров З.С., Матвеев А.В., Лалетина С.С. Окисление метана на палладии: природа активных центров // РОСКАТАЛИЗ. IV Российский конгресс по катализу: Сборник тезисов докладов - 20-25 сентября 2021 г. - Казань, Россия - с. 45-46.

34. Калякин С.Н., Кузьмин В.И., Мулагалеева М.А. Разделение рзм в противоточных экстракционных каскадах с применением бинарных экстрагентов // Metallurgia цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН. – Красноярск. - 6-9 сентября 2021 г. - С.109-111.

35. Капаева С.Н., Корниенко Г.В., Таран О.П. Электрокаталитическая модификация полисахаридов в присутствии различных окислителей в водных. Средах // V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. - Красноярск. - С. 43.

36. Карачаров А.А., Михлин Ю.Л. Динамика взаимодействия пузырька воздуха с поверхностями сульфидных минералов и модельных субстратов: изучение с применением высокоскоростной видеосъемки // Metallurgia цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН. – Красноярск. - 6-9 сентября 2021 г. - С.14-16.

37. Киршнева Е.А. Анионообменный синтез наноструктурированного порошка железо-эрбиевого граната ($\text{Er}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$) // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Ресурсосберегающие и экологобезопасные процессы в химии и химической технологии». - Пермский государственный национальный исследовательский университет, Химический факультет. - 06-08.12.2021 г. - С. 35.

38. Киршнева Е.А., Григорьева Е.В., Пантелеева М.В., Сайкова С.В. Определение условий синтеза нанопорошка железо-эрбиевого граната и исследование

свойств полученного продукта // *Металлургия цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН.* – Красноярск. - 6-9 сентября 2021 г. - С.106-108.

39. Киршнева Е.А., Сайкова С.В., Пантелеева М.В., Григорьева Е.В. Анионообменный синтез наноструктурированного порошка железо-эрбиевого граната ($\text{Er}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$) // *Ресурсосберегающие и экологобезопасные процессы в химии и химической технологии [Электронный ресурс]: Тез. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием* - г. Пермь. - 6–8 декабря 2021 г. - С.35.

40. Кузнецов Б.Н. Глубокая переработка древесного сырья в России: от прошлого к настоящему и будущему // *V Школа-конференция молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы»* - Россия, Красноярск - 29 сентября – 02 октября 2021 г.

41. Кузнецов Б.Н. Металлокомплексный катализ в процессах получения ценных химических веществ из растительной биомассы. Гомогенные и закрепленные металлокомплексные катализаторы для процессов полимеризации и нефтехимии // *VI Семинар, посвященный памяти Ю.И. Ермакова: сборник тезисов докладов.* - 28 июня – 02 июля 2021 г. - пос. Листвянка, Иркутской области - Институт катализа СО РАН – Новосибирск: ИК СО РАН, 2021.- С. 17-18.

42. Кузнецов Б.Н., Таран О.П., Барышников С.В., Казаченко А.С., Мирошникова А.В., Скрипников А.М. Восстановительная делигнификация древесины березы в среде этанола в присутствии катализатора Ru/углерод // *IV Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ»* - 20 - 25 сентября 2021 г. - Казань. - С. 159-160.

43. Кутихина Е.А. Композитные сорбенты на основе ценосфер летучих энергетических зол: синтез, строение и сорбционные свойства в отношении катионов Cs^+ , Sr^{2+} и Nd^{3+} // *Химия: Материалы 59-й Международной научной студенческой конференции (МНСК-2021)* - 12–23 апреля 2021 г. – г. Новосибирск, Россия. – С. 117.

44. Кутихина Е.А., Верещагина Т.А., Аншиц А.Г. Гидротермальный синтез минералоподобных фаз цезия и стронция из ценосфер летучих энергетических зол как низкотемпературный способ иммобилизации ^{137}Cs и ^{90}Sr // *Сборник тезисов IX международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов атомной отрасли «Команда – 2021».* - 25 – 28 августа 2021 г.– г. Санкт-Петербург, Россия. – с. 80–83.

45. Левданский А.В., Кондрасенко А.А. Изучение этаноллигнина берёзы методом 2D ЯМР // V школа молодых учёных «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. - Красноярск, Россия.

46. Лихацкий М.Н., Карасев С.В., Михлин Ю.Л. О роли «инертных» ионов в неклассическом механизме нуклеации золота и платины в водных растворах // *Металлургия цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН – Красноярск - 6-9 сентября 2021 г. - С.33-35.*

47. Маляр Ю.Н., Чудина А.И., Боровкова В.С., Судакова И.Г. Определение коэффициентов уравнения Марка-Куна-Хаувинка древесных гемицеллюлоз методом гель-проникающей хроматографии // XI Всероссийская научная конференция и школа «Аналитика Сибири и Дальнего Востока», ПОСВЯЩЕННАЯ 100-ЛЕТИЮ со дня рождения И.Г. Юделевича (АСиДВ-11). XI Всероссийская конференция - 16-20 августа, 2021 г. – Новосибирск - С. 142.

48. Медведева Т.Б., Громов Н.В., Лукоянов И.А., Тимофеева М.Н., Таран О.П., Пармон В.Н. Гидролиз-гидрогенолиз целлюлозы в этилен- и 1,2-пропиленгликоли в присутствии каталитических систем на основе карбидов вольфрама (I) // IV Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ». - 20 - 25 сентября 2021 г. - Казань. - С. 165-166.

49. Мирошникова А.В., Барышников С.В., Маляр Ю.Н., Таран О.П., Кузнецов Б.Н., Яковлев В.А. Деполимеризация органосольVENTНЫХ лигнинов сосны и осины в присутствии Ni-содержащих катализаторов // IV Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ». - 20 - 25 сентября 2021 - г. Казань. - С. 349-350.

50. Мирошникова А.В., Казаченко А.С., Тарабанько В.Е., Скрипников А.М., Маляр Ю.Н., Боровкова В.С., Сычев В.В., Таран О.П. Терморастворение костры льна в среде до- и сверх-критического этанола в присутствии катализатора Ru/C // V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. – Красноярск. - С. 39.

51. Неделина Т.С., Бурмакина Г.В., Чудин О.С., Зимонин Д.В., Верпекин В.В. Редокс-свойства моноядерных дикарбонильных и карбонилфосфиновых комплексов родия (I) с O,O- и O,N-бидентатными лигандами // XXVIII Международная Чугаевская конференция по Координационной химии. - Туапсе, Ольгинка - 3-8 октября 2021 г. - С.290.

52. Орлов Ю., Волочаев М., Дудников В., Верещагин С., Новиков С., Борус А., Бурков А. Влияние катионного замещения на термоэлектрические свойства титанатов $Ln_{1-x}Sr_xTiO_{3-\delta}$ ($Ln = Nd, Sm, Gd, Dy$) // Тезисы доклада на XVII межгосударственной конференции “Термоэлектрики и их применения – 2021” (ISCTA2021). - Санкт-Петербург. - 13 – 16 сентября 2021. – 1 стр.

53. Павликов А.Ю. (СФУ) Получение и характеристика наночастиц феррита меди // Ресурсосберегающие и экологобезопасные процессы в химии и химической технологии [Электронный ресурс]: Тез. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием - г. Пермь. - 6–8 декабря 2021 г. - С. 55.

54. Патрушева А.А., Чудин О.С., Кондрасенко А.А., Верпекин В.В., Рубайло А.И. Карбонил(бета-дикетонат)изоцианидные комплексы родия (I): синтез и изучение свойств // XXVIII Международная Чугаевская конференция по Координационной химии. - Туапсе, Ольгинка - 3-8 октября 2021 г. - С.303.

55. Петров А.И., Лутошкин М.А., Ионин В.А. DFT моделирование термодинамики образования хлоридных комплексов Pd(II), Pt(II), Au(III) // Сб. тезисов докладов XXVIII Международной Чугаевской конференции по координационной химии; XVIII Международной конференции «Спектроскопия координационных соединений»; V Молодежной школы-конференции «Физико-химические методы в химии координационных соединений». - 03 - 08 октября 2021 года - г. Туапсе, Ольгинка, Краснодарский край, Россия. – С. 428.

56. Роговенко Е.С. Исследование диффузионных свойств стеклокристаллических мембранных материалов на основе узких фракций ценосфер // Тезисы докладов Междисциплинарной конференции молодых учёных ФИЦ КНЦ СО РАН (КМУ–XXIII). - 29 апреля 2021 г. – г. Красноярск, Россия. – С. 32.

57. Роговенко Е.С. Исследование He- и Ne-проницаемости стеклокристаллических мембранных материалов на основе ценосфер энергетических зол // Химия: Материалы 59-й Международной научной студенческой конференции (МНСК-2021). - 12–23 апреля 2021 г. – г. Новосибирск, Россия. – С. 124.

58. Сайкова С.В., Пантелеева М.В. Катионообменное растворение и анионообменное осаждение как ресурсосберегающие процессы в химии и химической технологии // Ресурсосберегающие и экологобезопасные процессы в химии и химической технологии [Электронный ресурс]: Тез. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием - г. Пермь - 6–8 декабря 2021 г. - С. 77.

59. Сафин В.А., Кузнецов П.Н., Бурюкин Ф.А., Косицина С.С. Получение углеродных связующих материалов путем пекования смеси каменного угля, каменноугольной смолы и нефтяного остатка // Сб. тезисов докл. X Международный Российско-Казахстанский Симпозиум «Углекимия и экология Кузбасса». – Кемерово. - 12-13 июля 2021 г. - С.77.

60. Сурсякова В.В., Левданский В.А., Рубайло А.И. Современные аспекты применения капиллярного электрофореза для определения констант равновесия химических реакций // Тезисы XI Всероссийской научной конференции «Аналитика Сибири и Дальнего Востока» / г. Новосибирск - 16-20 августа 2021 г. - Новосибирск: 2021. - С. 45.

61. Сычев В.В., Барышников С.В., Таран О.П. Гидрирование леулиновой кислоты до гамма-валеролактона в присутствии Ru-содержащих катализаторов в водной среде // V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. – Красноярск - С. 30-31.

62. Сычев В.В., Еремина А.О., Зайцева Ю.Н., Таран О.П. Разработка катализаторов Zr/SBA-15 для процессов межмолекулярного переноса водорода для получения гамма-валеролактона из леулиновой кислоты // IV Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ». - 20 - 25 сентября 2021 - г. Казань. - С. 532-533.

63. Сычев В.В., Скрипников А.М., Тарабанько Н.В., Таран О.П. Перспективные бифункциональные Ru/C катализаторы переработки растительных полисахаридов в химические продукты на основе углеродного материала Сибунит // IV Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ». - 20 - 25 сентября 2021 г. - Казань. - С. 120-121.

64. Тарабанько Н. В., Голубков В. А., Таран О. П. Синергетический эффект общего и специфического кислотного катализа в реакции гидролиза целлобиозы с фталевой кислотой // V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. - Красноярск. - С. 67-68.

65. Таран О.П., Громов Н.В., Медведева Т.Б., Тимофеева М.Н., Пармон В.Н. Гомогенные, твердые и закрепленные гетерополикислотные катализаторы для процессов переработки целлюлозы // VI Семинар, посвященный памяти профессора Ю.И. Ермакова. - 28 июня - 02 июля 2021 г. - пос. Листвянка, Иркутской области - С. 145-146.

66. Флейтлих И.Ю., Кулмухамедов Г.К., Григорьева Н.А. Экстракция ванадия (V) солями четвертичных аммониевых оснований из нейтральных и слабощелочных

растворов // *Металлургия цветных, редких и благородных металлов [Электронный ресурс]: сборник тезисов докладов XIV международной конференции, посвященной 40-летию Института химии и химической технологии Сибирского отделения РАН – Красноярск - 6-9 сентября 2021 г. - С.83-85.*

67. Шаронова О.М., Дубровин Д.Ф., Аншиц А.Г. Влияние поликарбоксилатного суперпластификатора на свойства композитного вяжущего материала на основе высококальциевой летучей золы ТЭЦ // *Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Полимерные и композиционные материалы в условиях Севера». - 12–15 октября 2021 г. – г. Якутск, Россия. – С. 117–121.*

68. Шор Е.А. Моделирование активных центров гетерогенных катализаторов методами квантовой химии // *V школа молодых ученых «Новые каталитические процессы глубокой переработки углеводородного сырья и биомассы». - 29 сентября - 2 октября 2021 г. - Красноярск. - с.16.*

69. Яшник С.А., Болтенков В.В., Таран О.П., Пармон В.Н. Варьирование структуры Си-центров Cu-ZSM-5 катализатора как способ регулирования активности в пероксидном окислении метана. // *IV Российский конгресс по катализу «РОСКАТАЛИЗ». - 20 - 25 сентября 2021 г. - Казань. - С. 399-400.*

Патенты:

1. Патент № 2757259 Российская Федерация. МПК C08B 37/00, C08H 11/00 (2006.01). Сульфатирование ксилана древесины березы сульфаминовой кислотой Левданский А.В, Скворцова Г.П., Левданский В.А., Кузнецов Б.Н.; заявитель и патентообладатель ФИЦ КНЦ СО РАН (RU). - № 2020143299/10, заявл. 25.12.2020; опублик. 12.10.2021. Бюл. № 29. ИК РИД 622011100091-7

2. Патент № 2760432 Российская Федерация. МПК C08B 37/00 (2006.01). Способ сульфатирования арабиногалактана древесины лиственницы сульфаминовой кислотой / Левданский А.В., Левданский В.А., Кузнецов Б.Н.; заявитель и патентообладатель ФИЦ КНЦ СО РАН (RU).-№ 2021112617/10, заявл. 28.04.2021; опублик. 25.11.2021. Бюл. № 36. ИК РИД 622011100055-9

3. Патент № 2758825 Российская Федерация МПК B03C 1/32 (2006.01). Магнитожидкостный сепаратор / Зашихин А.В.; заявитель и патентообладатель ФИЦ КНЦ СО РАН (RU). - № 2021114289/03, заявл. 18.05.2021; опублик. 02.11.2021, Бюл. № 31. ИК РИД 622011100048-1

Ответственный за выпуск – к.х.н. Зайцева Ю.Н.
Технический редактор – Семёнова Ю.В.
Тираж 25 экз.
Отпечатано в типографии ИФ СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50, строение 38.