

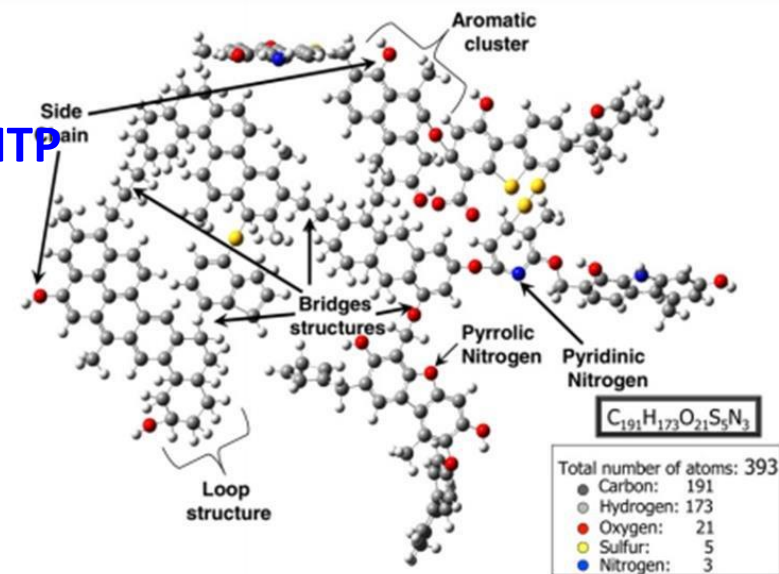
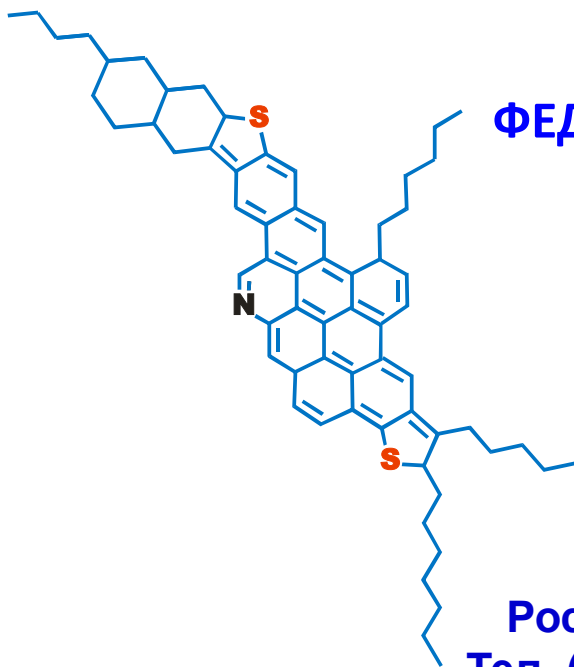


Проекты в области глубокой переработки угля, разработанные в ФИЦ УУХ СО РАН

Нурмухаметов Денис Рамильевич
директор Института углехимии и химического
материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
УГЛЯ И УГЛЕХИМИИ**

**СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**



Россия, 650000, г. Кемерово, пр. Советский, д.18
Тел. (3842) 36-55-86; E-mail: science@iccms.sbras.ru



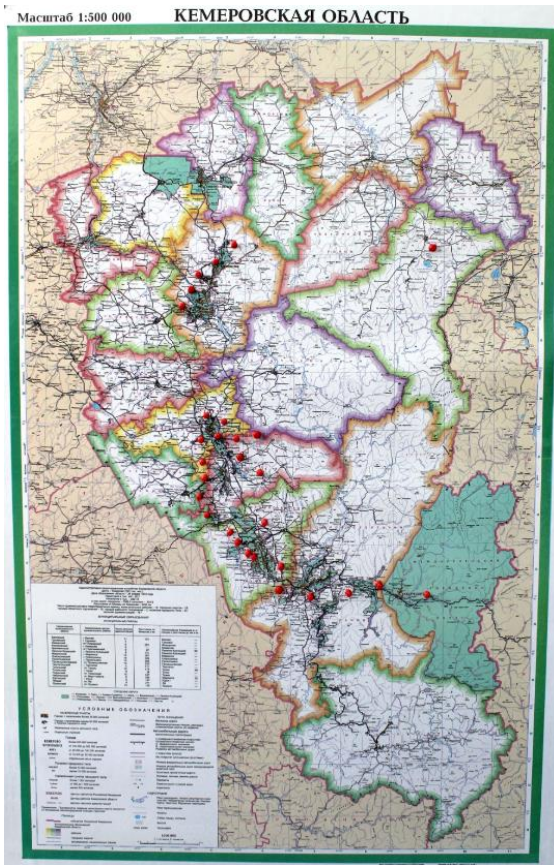
Основные научные тематики

- **Углехимия** (состав, структура, свойства, минеральная часть, гуминовые вещества, битумы (воска + смолы)).
- **Технологии глубокой переработки** (газификация, сжигание, пиролиз (карбонизация), полукокс, кокс и продукты коксохимии, ожижение, активированные угли, сорбенты).
- **Нanomатериалы** (углеродные наноструктуры, топливные элементы, суперконденсаторы, композиты, электрические батареи, хранение метана и водорода, водородная энергетика).
- **Углеродные волокна, композиты.**
- **Инструментальные методы исследования состава структуры и морфологии угля и продуктов углехимии.**
- **Метан из угля, технологии защиты окружающей среды.**

**Впервые в России создан банк углей Кузбасса.
Банк содержит более 120 проб углей и
пополняется.**

Все образцы охарактеризованы
полным набором технического
анализа и современными
физико-химическими методами:

Влажность	ЯМР
Содержание летучих	ЭПР
Теплотворная способность	СЭМ
Петрография	ДТА-ДТГ
Содержание ПАУ	ИКС
Зольность	Порометрия
Состав минеральной части	

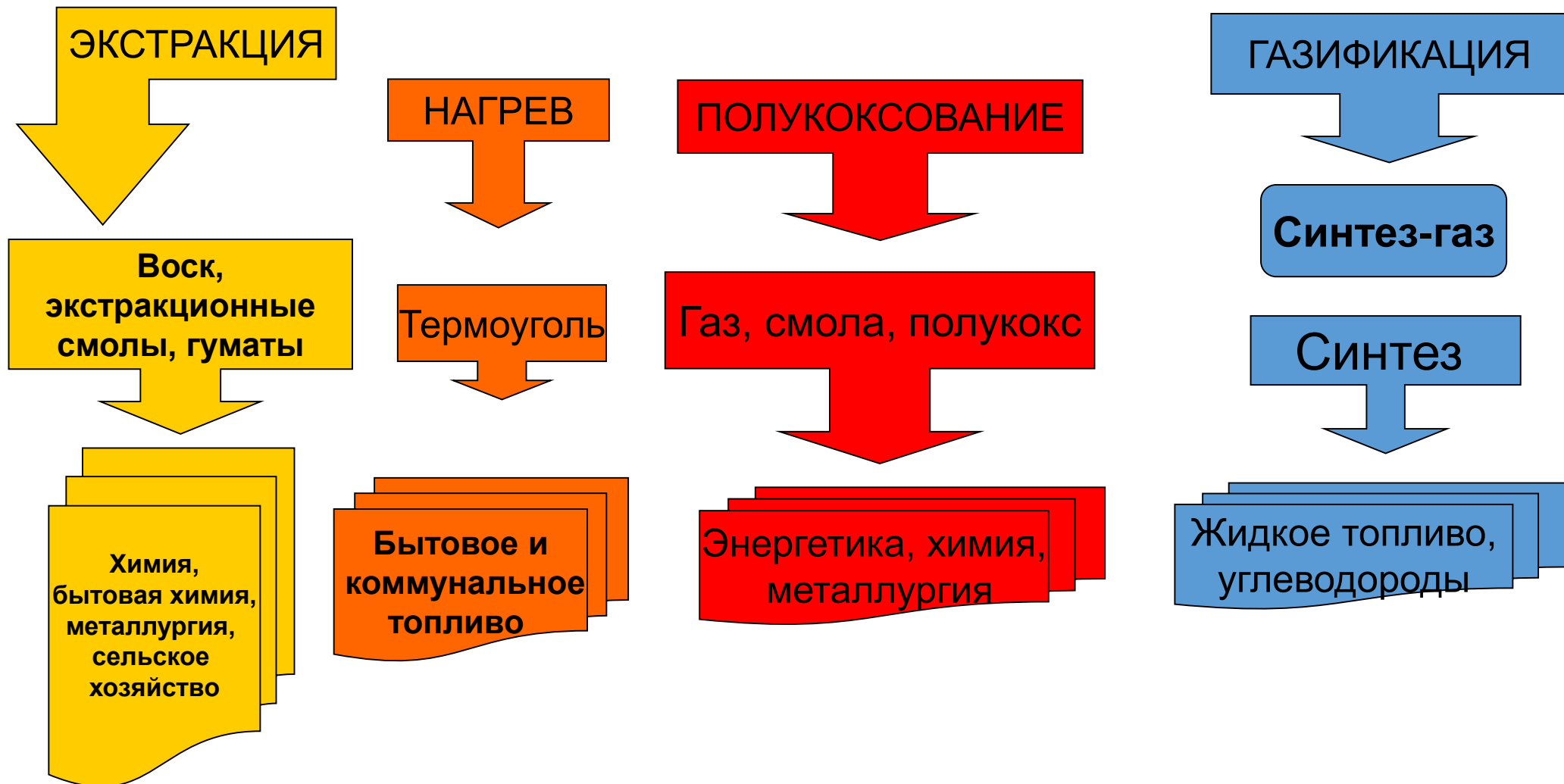


Разработана и апробирована методика оптимизации шихты по данным петрографического и рефлектограммного анализа углей



Результаты исследования: 1. Показатель отражения витринита ($R_{o,r}$) является одним из основных генетических параметров классификации и кодификации углей; 2. Разделение ископаемых углей на виды (бурые, каменные угли и антрациты), установление стадии метаморфизма и класса; 3. Оптимизация состава угольной шихты для коксования.

Научно обоснованы подходы использования бурого угля - как одного из основных углехимических ресурсов



Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН

ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ И ОКИСЛЕННЫХ УГЛЕЙ

Основной продукт экстракционной переработки бурых и естественно окисленных каменных углей - горный воск, смолы и **гуминовые вещества**.

Выполнен цикл исследований по селективному химическому воздействию на вещество бурых углей для оптимизации экстракционного процесса и создания технологии переработки.

Достигнуто увеличение выхода обессмоленного воска в 2 раза, выход смолы до 40% от сырья, выход гуминовых кислот до 80% от остатка.

Особенностью разработанной технологии является одновременное модификация сырья и извлечение целевых продуктов.

- Создан опытно-промышленный стенд мощностью 10 тонн в год.
- Нарботаны опытные партии гуминовых удобрений.
- Выполнены полевые и деляночные испытания гуматов в сельском хозяйстве.

Прирост урожая овса и пшеницы составил до 35-40%.

Область применения:

- рекультивация нарушенных земель;
- производство строительных материалов;
- реагенты-стабилизаторы водоугольного топлива и буровых растворов.
- в сельском хозяйстве – удобрения, стимуляторы роста, восстановление плодородия почв.

Выход для промышленности - тиражирование технологии комплексной переработки бурых и некондиционных углей с получением широкого ряда продуктов на основе восков и гуминовых веществ.



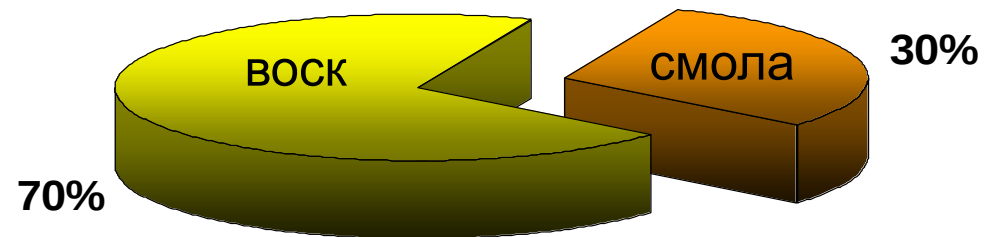
Разработаны новые методы экстракционного выделения горного воска

Химическое модифицирование исходного угля втрое увеличивает выход горного воска и позволяет вести процесс в мягких технологических условиях, исключая термическое разрушение целевых продуктов.

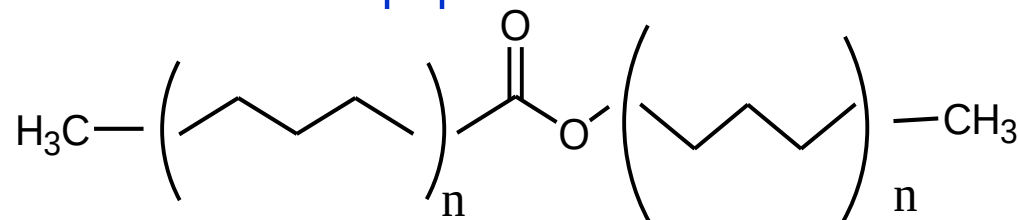
Горный воск и его применение

- Точное литье по выплавляемым моделям в металлургии
- Полирующие и защитные композиции
- Бумажная, текстильная, кожевенная промышленность
- Косметика, бытовая химия, медицина

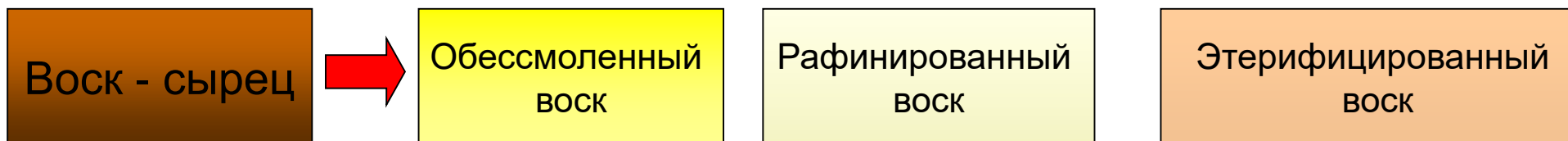
Стоимость одной тонны горного воска – сырца составляет около 3000 €.



Основные компоненты горного воска – высокомолекулярные алифатические сложные эфиры

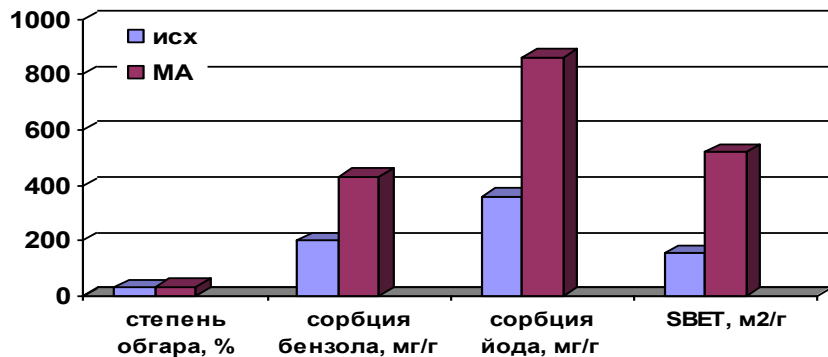


После дополнительной переработки под конкретные продукты его цена значительно увеличивается.

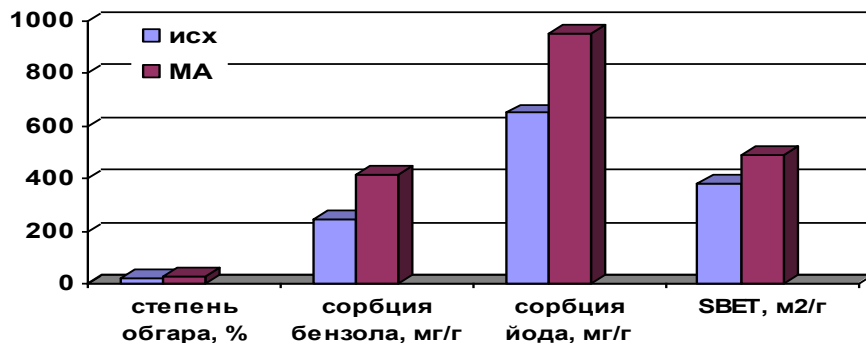


Разработан способ получения сорбентов путем предварительной механоактивации бурых и низкометаморфизованных каменных углей

Адсорбционные характеристики углеродных материалов из бурого угля

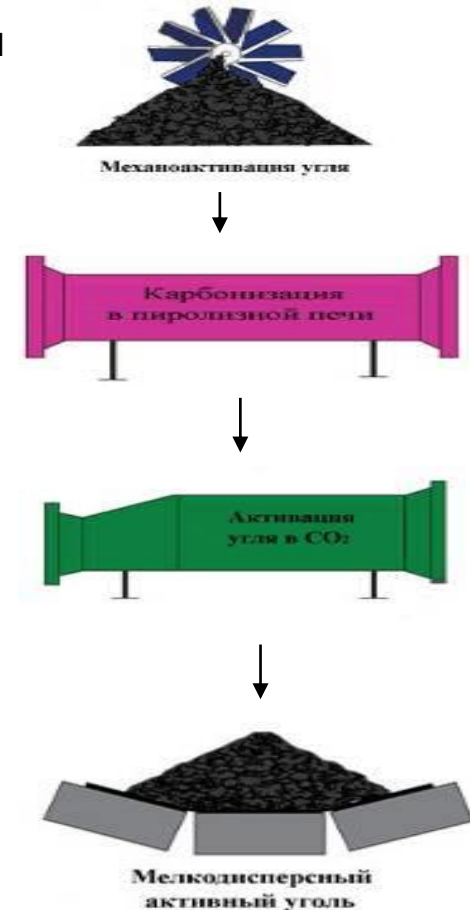


из каменного угля марки Д



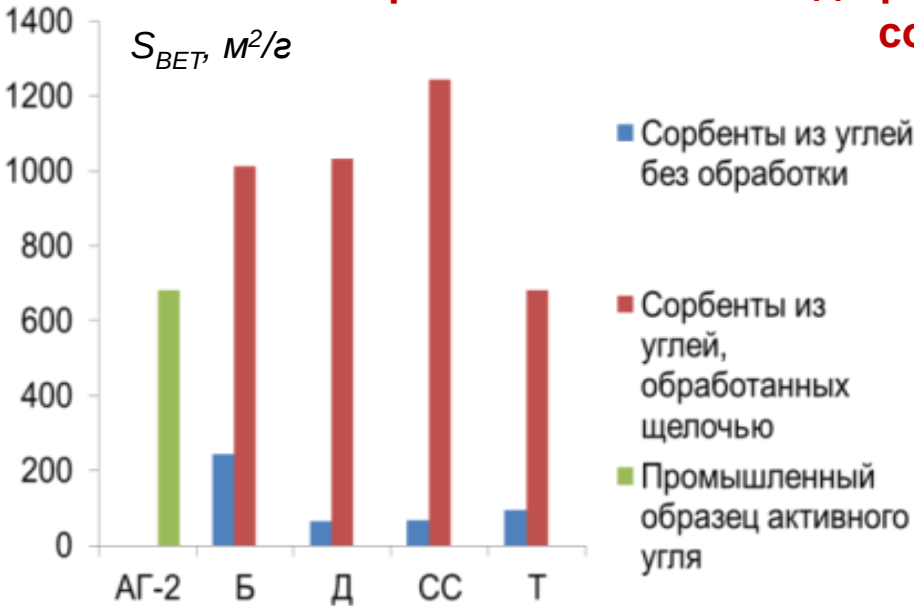
Особенности использования мелкодисперсных сорбентов:

- очистка сточных вод от органических примесей непосредственно в отстойниках;
- однократное использование;
- утилизация посредством сжигания в виде спирто-, мазуто- и водоугольных суспензий;
- возможность гранулирования со связующими;

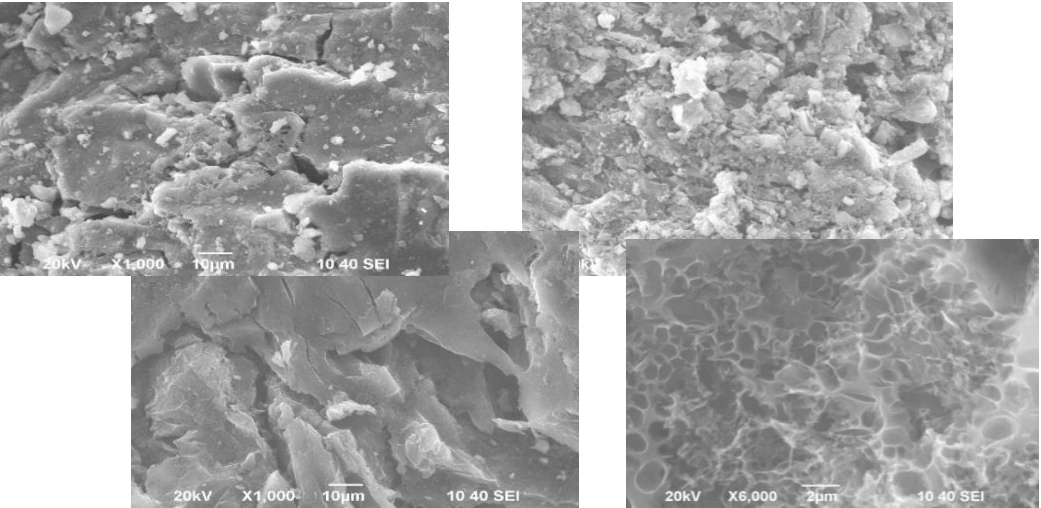


Показатели качества не уступают промышленным сорбентам на каменноугольной основе

Опытно-экспериментальный стенд производства высокоэффективных углеродных сорбентов



Удельная поверхность углеродных сорбентов, полученных из окисленных углей марок Б, Д, СС и Т, выше, чем у промышленного активного угля АГ-2



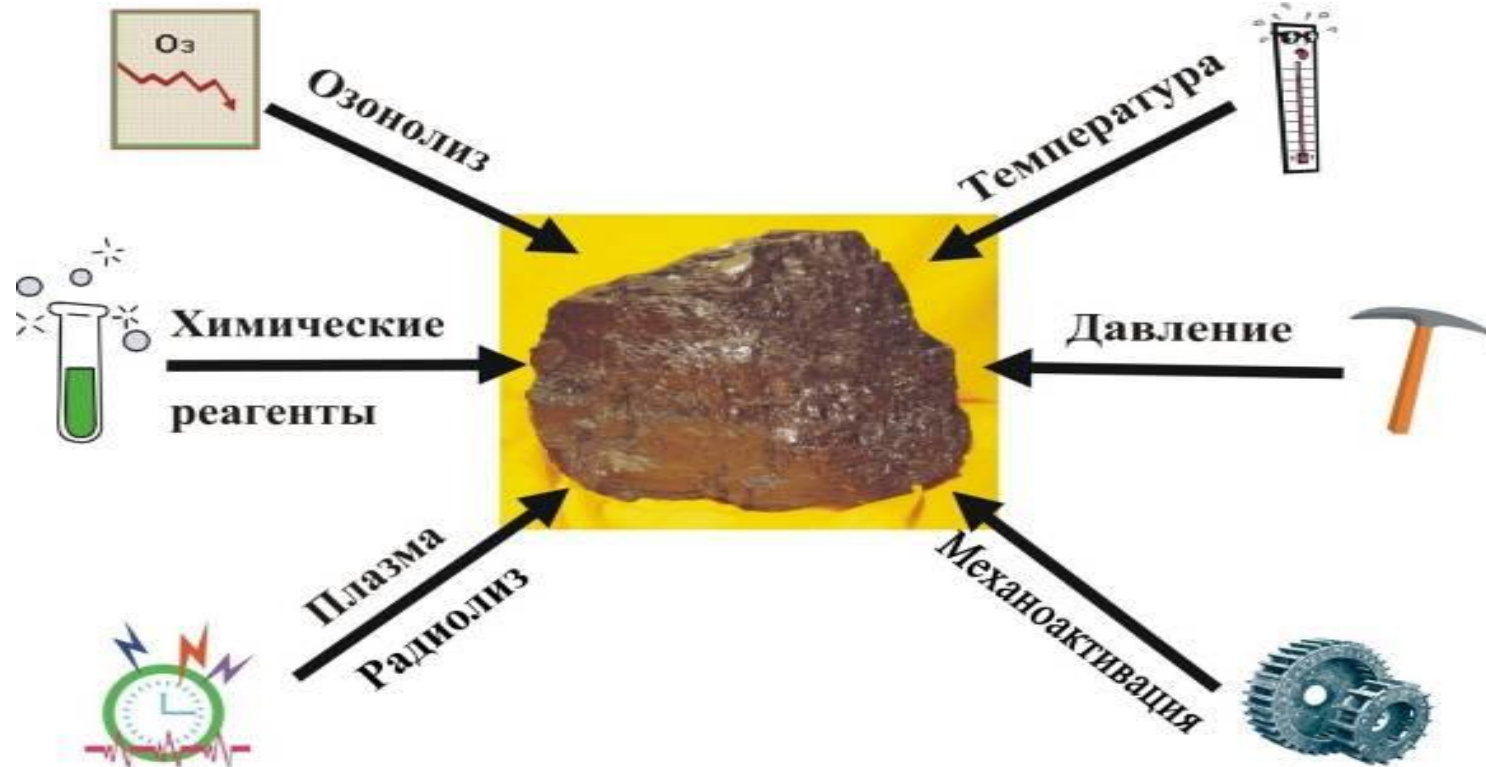
Разработан способ получения и технология производства сорбентов с высокой удельной поверхностью из каменных углей различных марок. Разработанная технология позволяет снизить материальные затраты в процессе применения (дешевое исходное сырье, метод подготовки сырья, снижение энергозатрат на 20-30%), а также получить сорбент с более высокими показателями качества по сравнению с мировыми и отечественными аналогами.

Конкурентные преимущества
Удельная поверхность и адсорбционная активность углеродных сорбентов

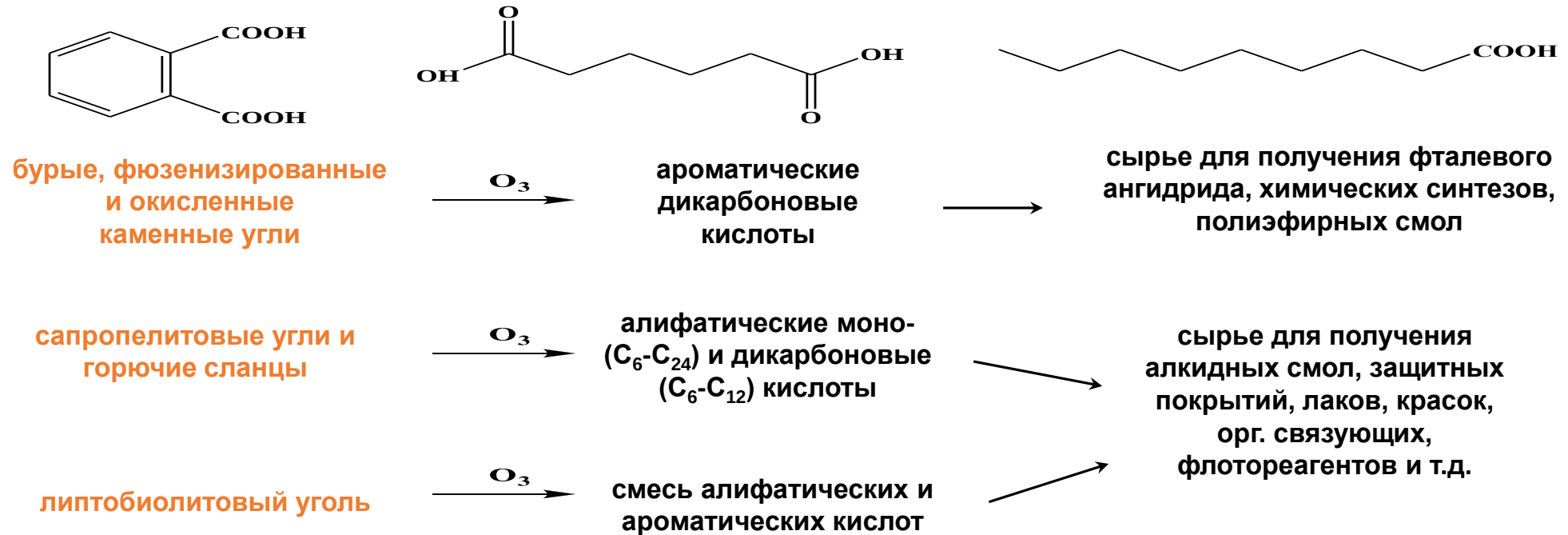
Образец сорбента	$S_{BET}, m^2/g$	$A_{\phi}, mg/g$	Источник
Углеродный сорбент	1370	350	Проект ИУХМ
АГ-ОВ-1	655	206	[1]
РАС	938	118	[2]
С900	438	22	[3]
А-PAN	730	158	[4]

Разработаны способы активации органического вещества углей с целью регулирования их реакционной способности

- обработка окислительными реагентами (минеральные кислоты, кислородная плазма, озон, закись азота);
- безреагентное воздействие (ускоренные электроны, ВЧ-, УФ- излучение);
- механохимическая активация в газовых (воздушной, инертной) и жидких (кавитация) средах.

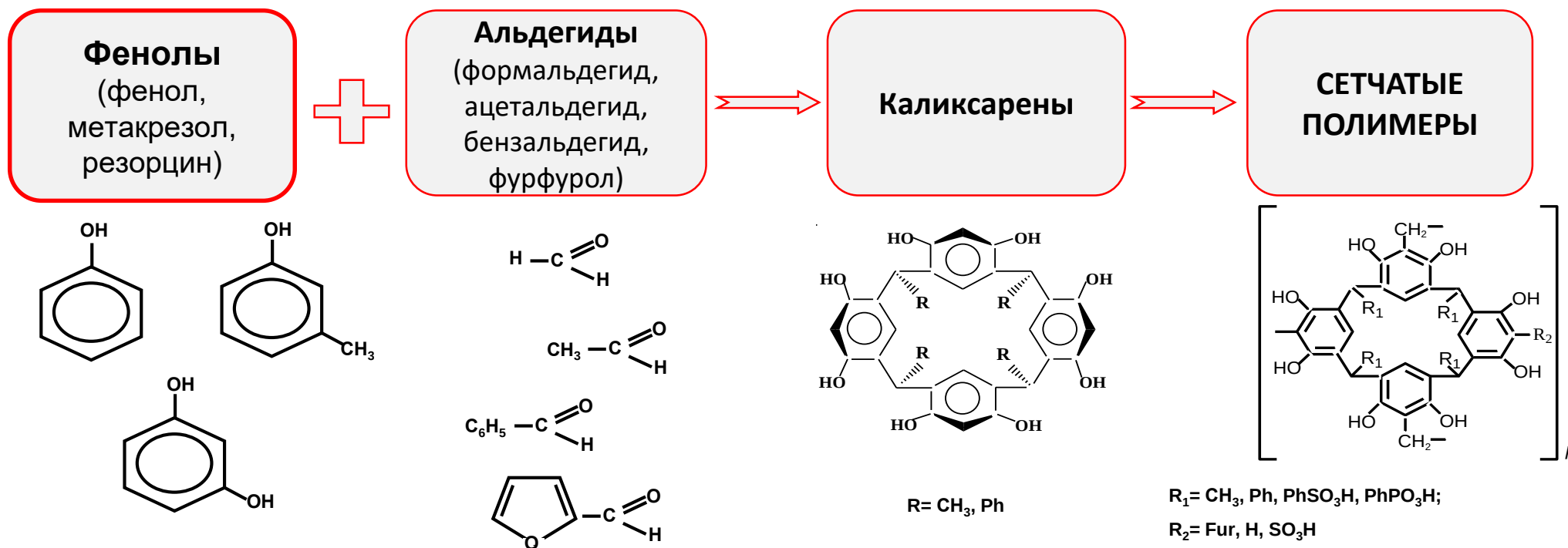


Разработан способ жидкофазного озонирования твердых горючих ископаемых с получением кислородсодержащих органических продуктов

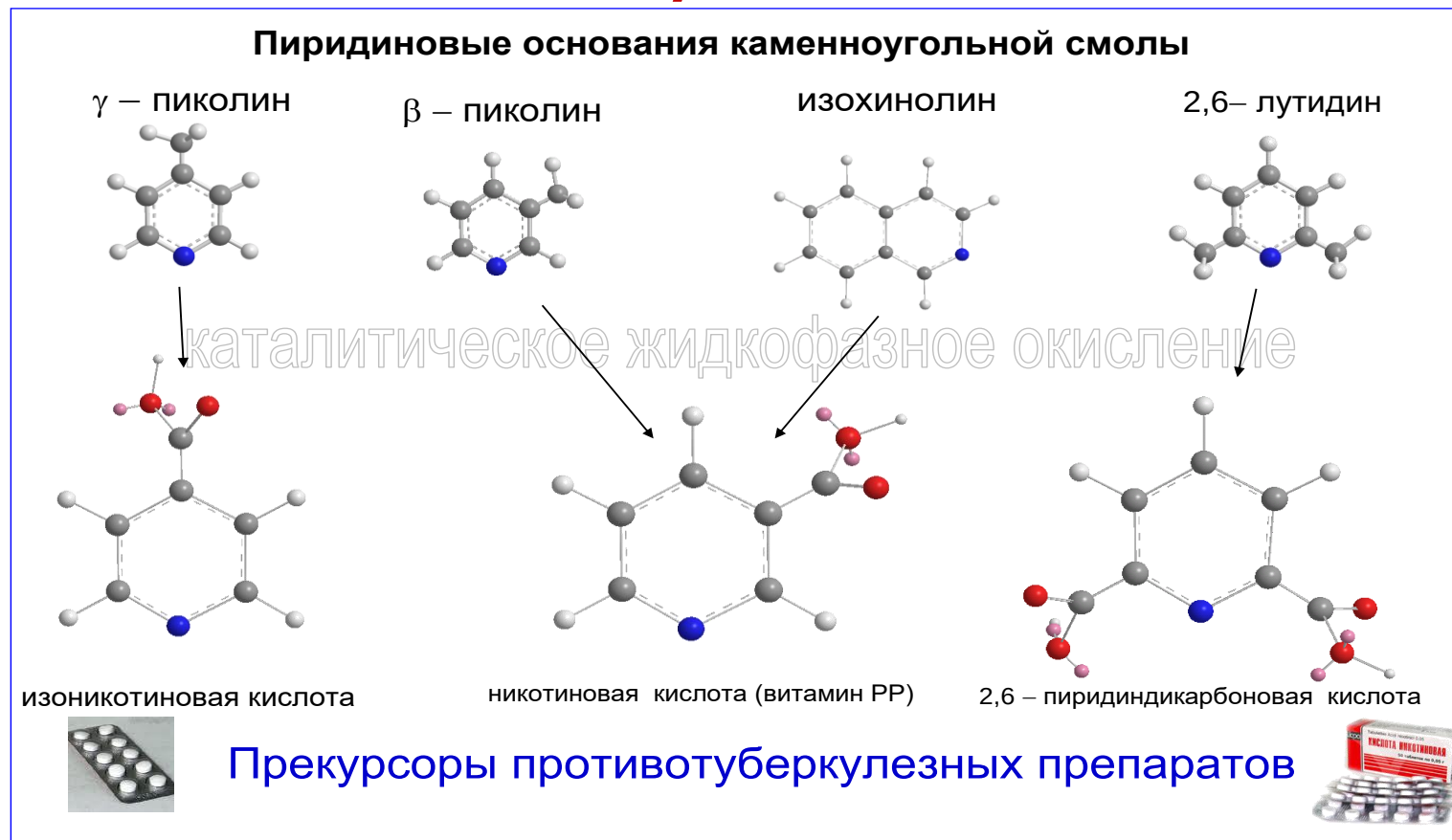


Разработан метод синтеза сетчатых каликсаренсодержащих полимеров на основе химических продуктов коксования

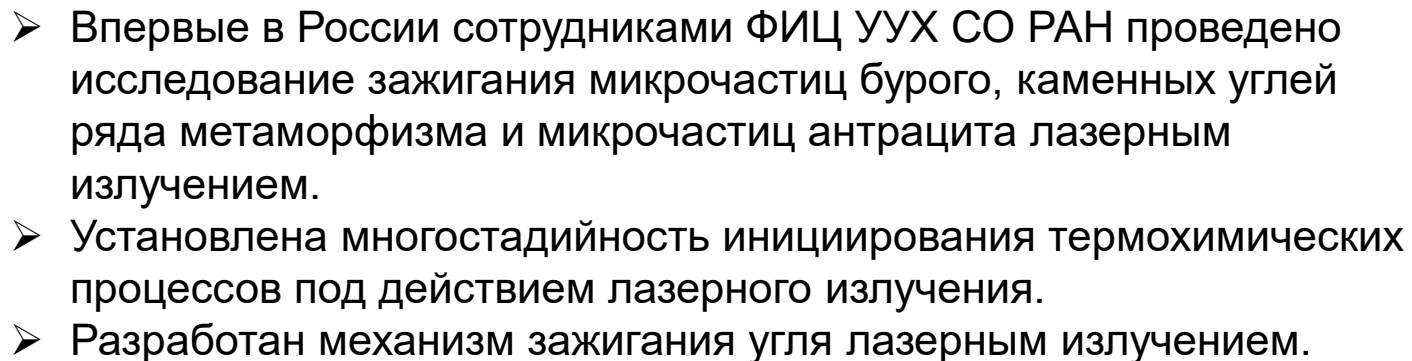
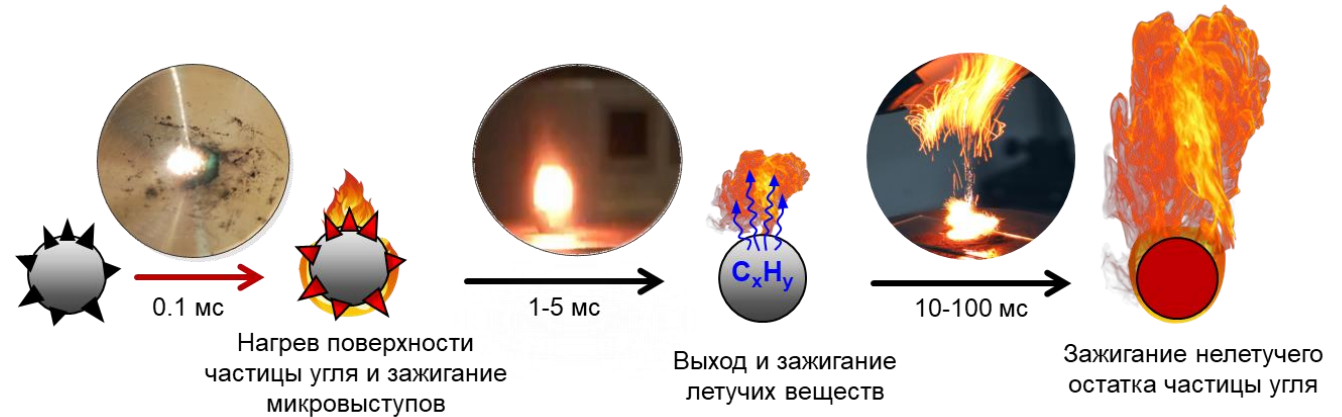
Из фенолов каменноугольной смолы и альдегидов синтезированы новые сетчатые функциональные полимеры, содержащие иммобилизованные цис-каликс[4]резорцин-арены. Показано, что эти полимеры являются биомиметиками, нанореакторами для каталитических процессов, твердыми полиэлектролитами, ионитами нового поколения, проявляющими селективность к катионам тяжелых металлов.



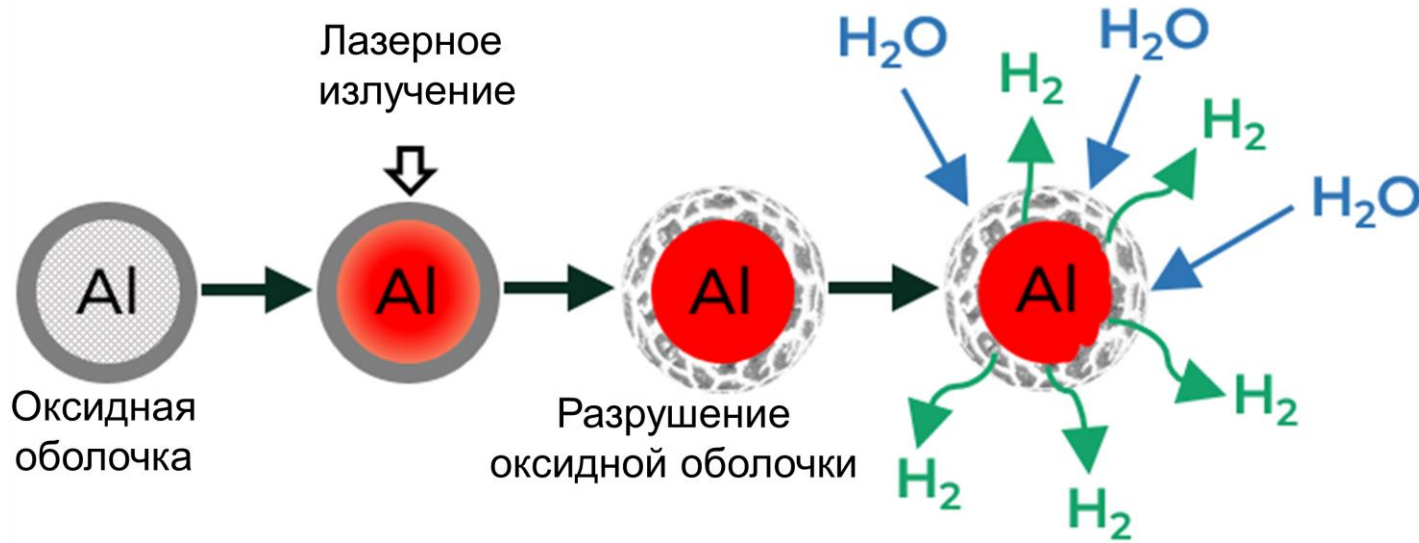
Разработаны методы нанореакторного синтеза из компонентов каменноугольной смолы



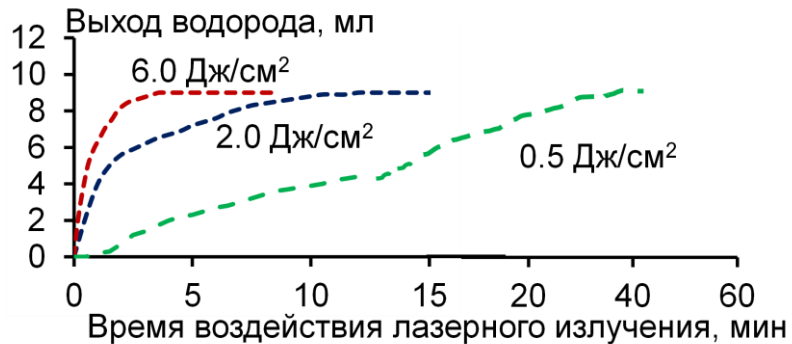
- Создана электронная база экспериментальных данных получения лекарственных препаратов окислением индивидуальных компонентов каменноугольной смолы.
- База данных предназначена для создания инновационных технологий получения противотуберкулезных препаратов и позволяет автоматизировать эвристический поиск вариантов нанореакторного синтеза.



Разработаны способы получения водорода при окислении наночастиц алюминия в воде при воздействии лазерного излучения



Механизм воздействия лазерного излучения на наночастицы Al



Лазерное излучение поглощается частицами алюминия. Частицы алюминия покрыты оксидной оболочкой — облучение разрушает её, **вода** контактирует с металлическим **ядром**, и происходит химическая реакция с выделением **водорода**.

Модифицированный каменноугольный пек



- Разработана установка для термической обработки каменноугольной смолы и её отдельных фракций.
- Разработана методика получения синтетического каменноугольного пека с **ВЫСОКИМ КОКСОВЫМ ОСТАТКОМ** (70-71%) и **НИЗКОЙ температурой размягчения** (105-110 °С.)
- Показана принципиальная возможность производства угольного экстракта и связующего пека методами **физического воздействия** на угли **минуя стадию коксования**.

Разработана методика модификации антраценовой фракции и пеков путём дистилляции, термической обработки в среде инертных газов и окисления воздухом.

Разработана методика получения низкотемпературного пека из смолы полукоксования.

Каталитическая гидрогенизация в автоклавной установке

Проведены исследования, направленные на решение проблемы технологического использования сапромиксового угля, а именно процесс переработки угля в жидкие углеводороды.

Выполнена оценка химико-технологического потенциала образца угля посредством низкотемпературного пиролиза в инертной и кислородной атмосфере и каталитической гидрогенизации водородом в автоматизированной автоклавной установке.

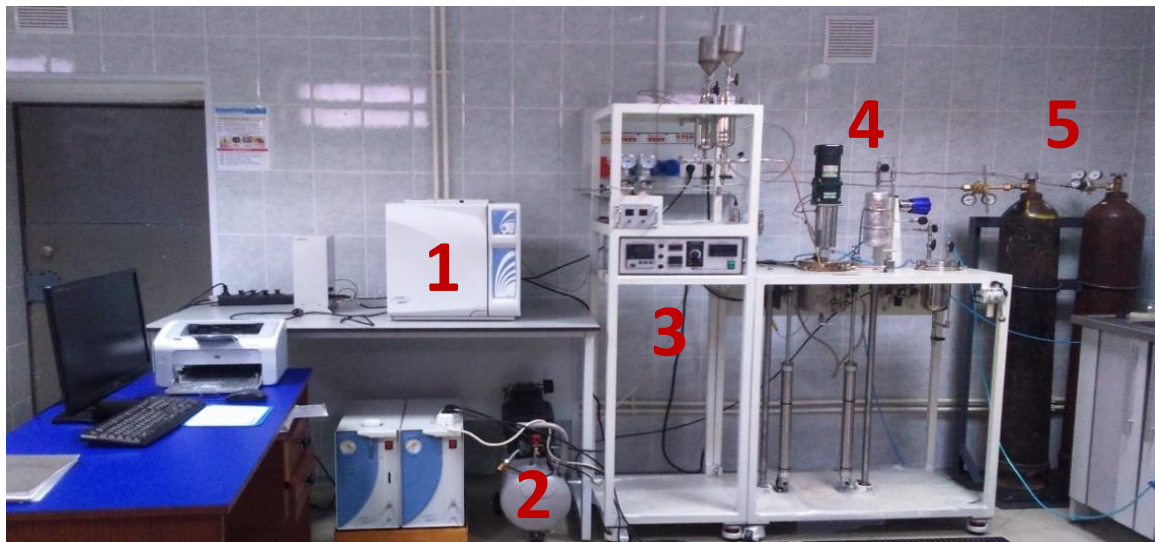
Разработан метод гидрогенизации угля с применением катализаторов и органических растворителей – продуктов коксохимии.

Выполнена каталитическая гидрогенизация нескольких марок угля.

Достигнута степень гидрогенизации органической массы угля более 80% с получением синтетической нефти.

Показано, что:

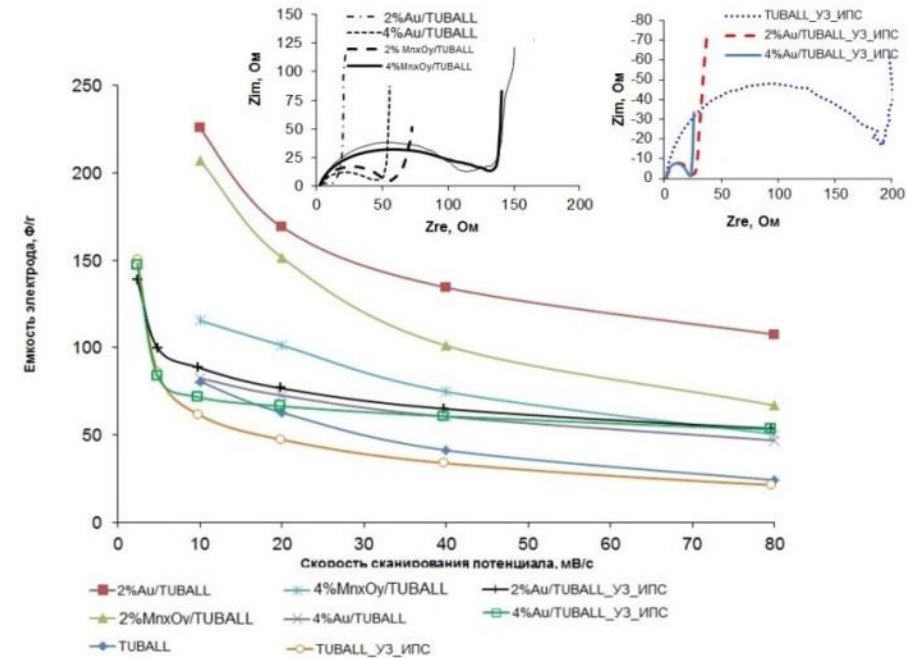
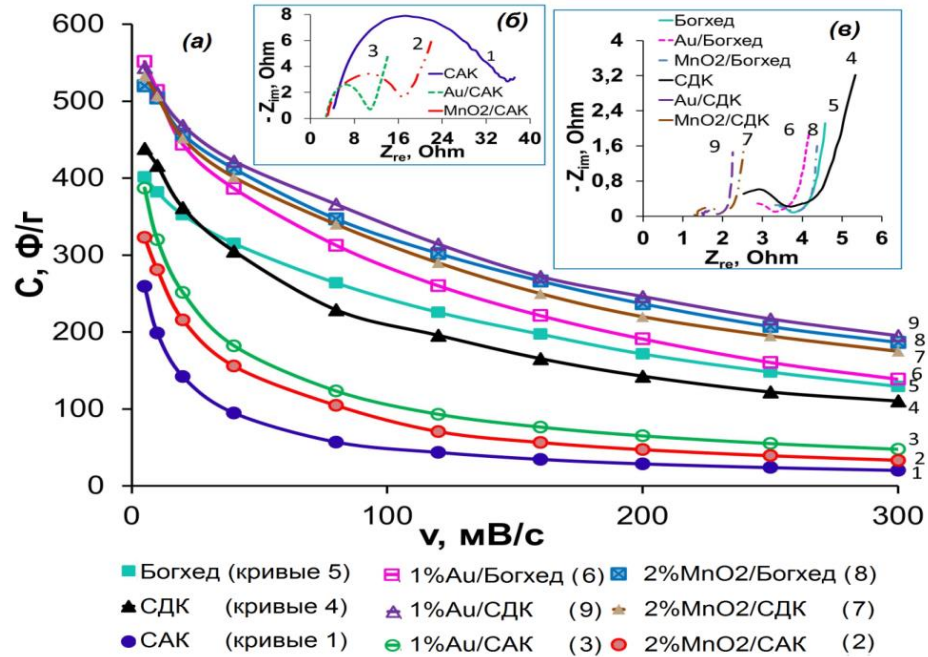
- основными компонентами жидких продуктов пиролиза являются парафины с длиной цепи от C_{10} до C_{29} с максимальным содержанием C_{16} и C_{27} .
- процесс целесообразно проводить в присутствии никельмолибденового катализатора при температуре 390 °С. Варьируя соотношение [уголь]:[растворитель] и исследуя изменение состава и структуры длины цепей парафиновых углеводородов получены данные о механизме превращения органической массы барзаских углей.



Установка гидрогенизации сапропелитов REXO Engineering серии M объемом автоклава в 1 л

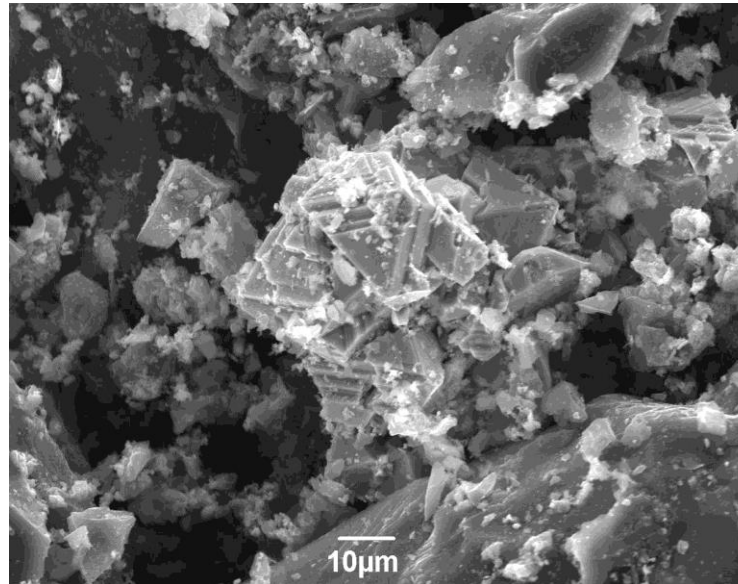
- 1 – хроматограф для анализа продуктов; 2 – компрессор;
3 – панель управления реакторной системой; 4 – автоклавный реактор; 5 – баллоны с газом носителем.

Разработаны магнитные наносплавы, наноразмерные оксиды, гидроксиды и наполненные ими углеродматричные наноструктурированные композиты для использования в низковольтной электронике, магнитотехнике и в качестве электродных материалов суперконденсаторов



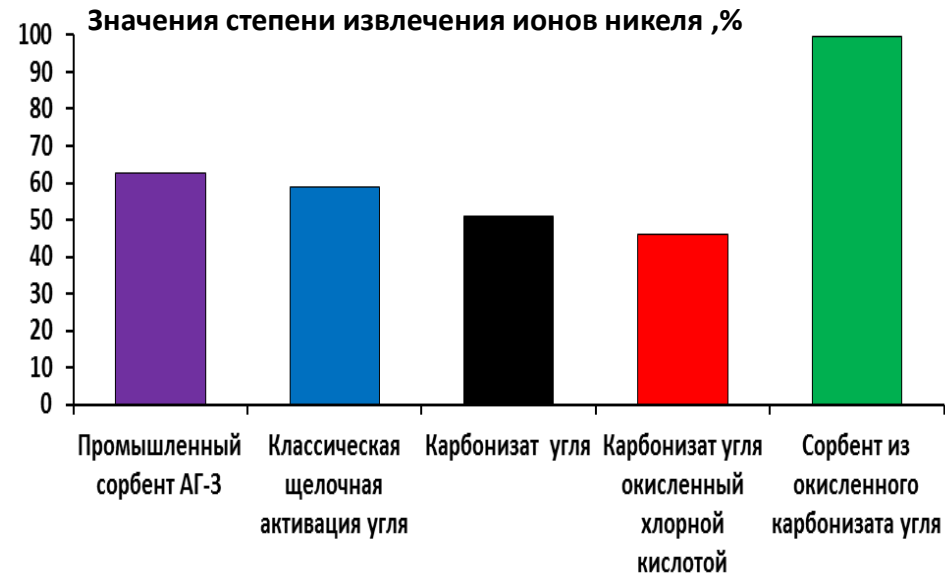
- Комплексом методов (РФА, РСА, МУРР, ПЭМ, РЭМ, элементный анализ) впервые изучены морфология и электрохимические свойства наноструктурированных композитов на матричной основе одностенных углеродных нанотрубок и высокопористых углеродных матриц, полученных из разных видов угольного сырья.
- Возрастание мезопористости приводит к росту эффективной электроемкости,
- Осаждение наполнителей (Au, Mn_xO_y) – к дальнейшему увеличению эффекта превышающих емкость матриц в 2,4 и 1,8 и 1,4 раз соответственно.

Разработаны методы синтеза магнитных сорбентов для решения экологических проблем Кузбасса



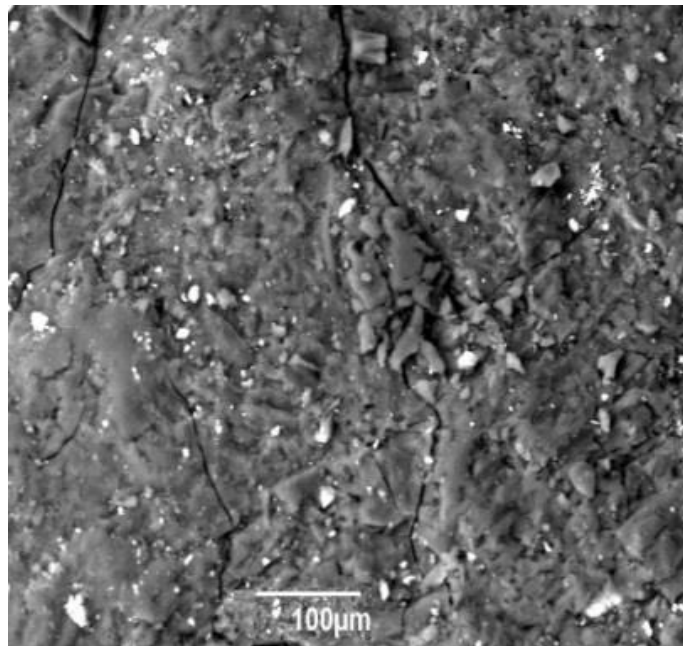
- Разработана методика нанесения частиц магнетита при модификации высокопористых углеродных сорбентов хлоридом железа III при различных соотношениях реагентов.
- Показано наличие микрокристаллов магнетита на поверхности магнитных сорбентов методом порошковой рентгеновской дифракции.
- Определены параметры пористой структуры полученных сорбентов (удельная площадь поверхности, суммарный объем пор, доля микро- и мезопор, средний размер поры)
- Проведено исследование сорбционной очистки модельного раствора загрязнённой воды. Установлено, что концентрация фенола в растворе после очистки соответствует ПДК фенола в воде (0.001 мг/л).
- Таким образом полученные магнитные сорбенты могут быть использованы для очистки загрязнённой воды от фенола - широко распространённого антропогенного токсиканта Кузбасса.

Разработана методика активирования хлорной кислотой углеродных сорбентов на основе каменного угля для сорбции катионов никеля

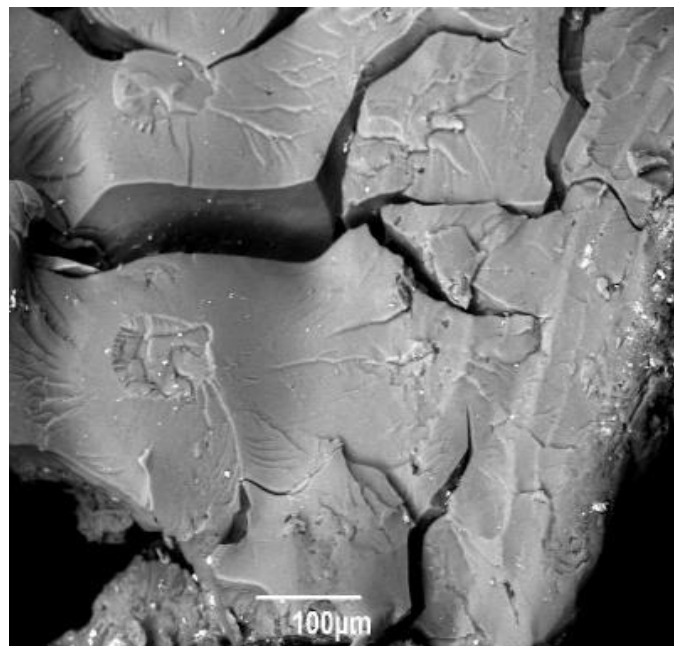


- Разработана методика модифицирования сорбентов соединениями хлора для сорбции тяжелых металлов из водных сред.
- Процесс модификации включал окисление хлорной кислотой карбонизованного остатка бурого угля, с последующей пропиткой раствором гидроксида натрия и термохимическим модифицированием.
- Эффективность модифицированных сорбентов достигает 99% при начальной концентрации 10 мг/л, что позволяет проводить очистку воды от никеля до уровня ПДК (0,1 мг/л).
- Полученные результаты могут использоваться для выбора условий получения сорбентов методом щелочной активации с заданными свойствами и способов их регулирования.

Разработан сульфокатионит из кузбасского некоксуемого каменного угля



Некоксующийся каменный уголь



Сульфокатионит из угля

- Впервые из некоксуемого каменного угля получен сульфокатионит (сульфоуголь), по эксплуатационным характеристикам приближающийся к катионитам на основе синтетических смол.
- Показано, что процесс сульфирования битуминозных каменных углей, в результате которого в их структуру вводятся ионогенные сульфогруппы по механизму электрофильного замещения в ароматических соединениях, сопровождается реакцией поликонденсации, превращающей уголь в гель.
- Полученный сульмоуголь – монофункциональный катионит с катионообменной емкостью по сильноокислотным группам, равной 1,0 моль/кг, низкой окисляемостью фильтрата и большими факторами разделения в ряду катионов H^+ , $Na^+ \ll Ca^{2+} \ll Fe^{3+}$.
- Применение – деминерализации воды на тепловых и атомных электростанциях и котельных установках...

Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН

Международный Российско-Казахстанский Симпозиум симпозиум 2011 – 2023 гг. Ежегодный «Углехимия и экология Кузбасса»



XIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКИЙ СИМПОЗИУМ

«УГЛЕХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ КУЗБАССА»

15 – 17 октября 2024 г.

Посвящается памяти академика РАН Исмагилова З.Р.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ:

Почетные сопредседатели Программного комитета

Пармон В.Н. – академик РАН, Новосибирск, Россия

Мансуров З.А. – академик МАН, Алмата, Казахстан

Сопредседатели Программного комитета:

Немудрый А.П. – член-корреспондент РАН, директор ИХТТМ СО РАН, д.х.н.

Жеребцов С.И. – д.х.н., г.н.с. ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН

Мансуров З.А. – академик МАН ВШ

Li Yongping – general manager Sino-Russian Science and Technology Park, Changchun, China

Члены Программного комитета:

Алексеев С.В., Новосибирск, Россия

Андрейков Е.И., Екатеринбург, Россия

Барбараш О. Л., Кемерово, Россия

Брусина Е. Б., Кемерово, Россия

Бухтияров В.И., Новосибирск, Россия

Глушков А.Н., Кемерово, Россия

Ганиева И.А., Кемерово, Россия

Журавлева Н.В., Новокузнецк, Россия

Захаров Ю.А., Кемерово, Россия

Захаров В.Н., Москва, Россия

Клишин В.И., Кемерово, Россия

Кочетков В.Н., Кемерово, Россия

Кузнецов П.Н., Красноярск, Россия

Немудрый А.П., Новосибирск, Россия

Пятовский А.А., Кемерово, Россия

Пфетцер С.А., Кемерово, Россия

Просеков А.Ю., Кемерово, Россия

Таран О.П., Красноярск, Россия

Тайлаков О.В., Кемерово, Россия

Яковлев А.Н., Кемерово, Россия

Эпштейн С.А., Москва, Россия

Юрьев А. Б., Кемерово, Россия

Черкасова Т.Г. Кемерово, Россия

Budeebazar A., Ulaanbaatar, Mongolia

Byambajav E., Ulaanbaatar, Mongolia

Kairbekov J.K., Astana, Kazakhstan

Sambalkhundev K., Ulaanbaatar, Mongolia

Li Yongping, Changchun, China

Qiao Zhuangming, Jinan, China

ТЕМАТИКА СИМПОЗИУМА

Секция 1. Строение и химия угля:

- современные представления о структуре и свойстве углей;
- минеральный состав и органические компоненты угля;
- обогащение угля.

Секция 2. Глубокая переработка угля, экологические проблемы Кузбасса:

- газификация угля;
- ожижение угля;
- водородная энергетика, утилизация шахтного метана, получение водорода;
- получение синтетического жидкого топлива и мономеров;
- коксохимия, каменноугольная смола, пеки;
- производство адсорбентов, гуминовых препаратов.
- безопасность угледобычи и углепереработки;
- мониторинг экологической обстановки и рекультивация нарушенных земель;

Секция 3. Углеродные наноматериалы и системы на их основе:

- синтез и физико-химические исследования углеродных наноматериалов;
- использование углеродных наноматериалов;
- нанокompозитные материалы;

Секция 4. Медицина и экология человека угледобывающих регионов.

ВАЖНЫЕ ДАТЫ

1 июля 2024 г. – Завершение приема заявок и тезисов докладов

1 июля 2024 г. – Завершение приема статей в ХИУР

1 сентября 2024 г. – Прием оплаты оргвзноса

Официальный сайт симпозиума: <http://www.iccms.sbras.ru/ccsymp-2024>

E-mail: symposium@iccms.sbras.ru

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!