

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

## **ХИМИЯ. ЭКОЛОГИЯ. УРБАНИСТИКА**

*Материалы  
всероссийской научно-практической конференции  
(с международным участием)*

г. Пермь, 19–21 апреля 2023 г.

В четырех томах

**Том 4**

Издательство  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета  
2023

УДК 504.06+711+54.057+504.054+504.064.2:54  
Х46

Х46 **Химия.** Экология. Урбанистика : матер. всерос. науч.-  
практ. конф. (с междунар. участием) : в 4 т. – Пермь: Изд-во  
Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2023.

ISBN 978-5-398-02973-4

Т. 4. – 193 с. – ISBN 978-5-398-02977-2

Приведены результаты исследований в области экологии, химической технологии и биотехнологии, строительства дорог и транспортных сооружений, машиностроения и материаловедения, направленных на разработку энерго- и ресурсосберегающих технологий.

#### **Главный редактор**

*В.Н. Коротаев*, д-р техн. наук, профессор

#### **Ответственные редакторы**

*Е.М. Федосеева*, канд. техн. наук, доцент

*Е.В. Баньковская*, канд. фарм. наук, доцент

#### **Редакционная коллегия**

*В.В. Вольхин*, д-р хим. наук, профессор

*В.В. Карманов*, д-р техн. наук, профессор

*Н.В. Лобов*, д-р техн. наук, профессор

*Е.Р. Мошев*, д-р техн. наук, доцент

*М.В. Песин*, д-р техн. наук, профессор

*В.З. Пойлов*, д-р техн. наук, профессор

*Л.В. Рудакова*, д-р техн. наук, профессор

*Ю.Д. Щицын*, д-р техн. наук, профессор

УДК 504.06+711+54.057+504.054+504.064.2:54

ISBN 978-5-398-02977-2 (Т. 4)

ISBN 978-5-398-02973-4 (общ.)

© ПНИПУ, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

### СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

<i>А.Д. Алексеев, О.И. Толмачева, А.А. Пасько</i> Исследование движения сред в дисковом насосе.....	8
<i>М.Н. Каченюк, В.Б. Кульметьева, Д.Д. Бабин</i> Керамический композиционный материал на основе $ZrO_2$ , упрочненный частицами графена .....	12
<i>А.С. Дударев, Е.В. Баяндин</i> Траектории раскатного пуансона при клепальных операциях.....	18
<i>Н.С. Медведев, С.Е. Воронцов, И.А. Зотов, Е.С. Саломатова</i> Изменение содержания магния при аддитивном формообразовании изделий из алюминиевых сплавов.....	22
<i>А.А. Сенина, А.А. Гришина, В.Б. Кульметьева</i> Влияние гранулометрического состава дистен-силлиманитового концентрата на процесс изготовления керамической формы.....	26
<i>С.Э. Дик</i> Повышение эффективности процессов на основе риск-менеджмента .....	31
<i>В.А. Зырянова</i> Актуальность проектирования червячной фрезы с несимметричным профилем исходного контура инструментальной рейки.....	37
<i>Р.С. Исайкин, А.С. Завьялова</i> Проблемы разработки системы обеспечения качества на производстве.....	41
<i>Л.В. Коногорова, М.В. Песин, А.В. Хабарова</i> Обзор тенденций механической обработки деталей, изготовленных из ультрамелкозернистых материалов .....	45

<i>С.К. Лаптев, А.А. Шацов, С.К. Гребеньков, Д.С. Лаптев</i> Перспективы в области порошковых материалов и низкоуглеродистых мартенситных сталей .....	49
<i>К.Н. Лебедева, С.Е. Порозова</i> Способ получения $YCrO_4$ при низких температурах .....	53
<i>М.Д.М. Маждохул, Т.В. Пасько</i> Исследование вибрационных характеристик центробежных насосных агрегатов .....	57
<i>Е.С. Макаренков, М.В. Песин</i> Методика контроля качества поверхностного слоя деталей после электромеханической обработки.....	61
<i>А.В. Мастюгин, В.Б. Кульметьева</i> Диспергирование многостенных углеродных нанотрубок в водных растворах поверхностно-активных веществ .....	64
<i>Е.В. Матыгуллина, Д.М. Караваяев, Л.Д. Сиротенко, А.С. Бочкарев</i> Конструктивно-технологические решения формирования плакированного покрытия из терморасширенного графита на деталях пар трения.....	69
<i>Э.С. Мкртчян, И.Н. Шубин</i> Лабораторная установка для исследования процесса компактирования высокопористого углеродного материала.....	73
<i>И.П. Попов</i> Кинематика трехмассового осциллятора .....	77
<i>И.П. Попов</i> Схема трехмассового осциллятора .....	82
<i>М.А. Ран, В.Ф. Макаров</i> Моделирование влияния геометрии режущего инструмента на изменение температуры в зоне резания при «твердом» точении закаленной цементированной стали .....	87
<i>А.А. Семенкевич</i> Применение обновленного состава металлической связки, и новой технологии спекания для изготовления коронок по монолитному бетону .....	91

<i>В.А. Стырников, П.Н. Килина</i> Исследование процесса глубокого сверления точных отверстий .....	94
<i>М.В. Суцек</i> Импортозамещение в дорожном хозяйстве .....	98
<i>В.А. Худякова, С.Г. Жилин</i> Получение интерметаллидных сплавов группы Fe-Al и особенности формирования их свойств .....	101
<i>И.О. Черкасова</i> Методика оценки экологических рисков машиностроительного предприятия.....	106
<i>С.Р. Шуваткина, М.С. Козлов, П.Н. Килина, Л.Д. Сиротенко, О.П. Бреднев, Ю.И. Дубровин</i> Влияние геометрических параметров и механических свойств стенки тонкостенных сосудов на предельное давление после расширения в них стентов.....	111
<i>С.М. Данилова-Третьяк, Л.Е. Евсеева, А.В. Касперович, О.М. Касперович, Л.А. Ленартович, К.В. Николаева, А.Ф. Петрушеня</i> Свойства полиэтилена при введении наполнителей с повышенной теплопроводностью .....	116
<i>Р.А. Мехтиев, Я.В. Куминова</i> Выбор условий определения газообразующих примесей в сплавах на основе тантала и ниобия .....	120
<i>Ю.Г. Павлюкевич, Л.Ф. Папко</i> Использование базальтов в производстве непрерывного волокна.....	122
<i>В.Г. Василевич, О.И. Карпович</i> Прочностные и упругие характеристики полимерных материалов для 3D-печати в зависимости от температуры.....	127
<i>И.Н. Ганиев, Н. Аминова, А.Э. Бердиев, С.Дж. Алиханова</i> Влияние добавок бария на теплофизические свойства цинкового сплава ЦАМСВ4-1-2,5.....	132

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОЛУЧЕНИЯ ФАРМСУБСТАНЦИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

- Л.Ш. Аббасова, Б.А. Мамедов, С.Г. Зейналова*  
Исследование антимикробных свойств АБС-композиционного материала, полученного на основе сополимера аллилового эфира салициловой кислоты и метилметакрилата ..... 137
- С.А. Баташев, Н.Т. Севостьянова, А.М. Демерлий*  
Метоксикарбонилирование октена-1 как способ получения метилпеларгоната..... 141
- А.С. Бондаренко, А.П. Чернова, А.Г. Дрозд*  
Исследование биологической активности  
неплодовой части облепихи ..... 146
- А.А. Гуренкова, А.П. Чернова*  
Определение гидрофильных флавоноидов методом ВЭЖХ  
в ворохе облепихи крушиновидной..... 150
- А.Е. Давыдкина, А.П. Чернова*  
Определение серотонина в жидких и сухих экстрактах  
облепихи крушиновидной ..... 154
- М.А. Заколадкина, С.Ю. Шлякова, В.В. Мартазова*  
Получение 2-(5,7-диоксо-2-фенил-4а, 7,7,7а – тетрагидро-  
4н-тиопирано[2,3-с] фуран-4-ил)фенилуксета ..... 158
- В.М. Калашикова, М.Н. Элинсон, Ю.Е. Рыжкова*  
Электрохимически индуцированное получение  
спиро[индол-3,4'-пиран]-2(1H)-она ..... 162
- С.Э. Кароза*  
Анализ регуляторной активности эпикастастерона  
и его конъюгатов с кислотами как необходимый этап синтеза  
биологически активных стероидных соединений..... 168
- В.А. Лядов, Н.В. Шаврина*  
Взаимодействие антипирилзамещенных  
1H-пиррол-2,3-дионов с тиосемикарбазидом..... 173
- К.О. Мальшева, Т.А. Кашина, А.А. Шутова, Н.Г. Конрад*  
Разработка технологии производства новой  
биологически активной добавки..... 176

<i>О.В. Назарец, А.В. Романова, В.Л. Гейн, О.В. Бобровская</i> Взаимодействие метиловых эфиров ароилпировиноградных кислот с антралиновой кислотой .....	181
<i>В.В. Сиднева, К.В. Реут, Е.Р. Кофанов</i> Гидразинолиз 2-[2,3-дифенилазиридин-1-ил] -1 <i>H</i> -изоиндол- 1,3(2 <i>H</i> )-диона .....	186
<i>Д.С. Феофилова, Р.Н. Нуреева, И.С. Черепанов</i> Изучение состава СО <sub>2</sub> -экстрактов лекарственных растений Удмуртской Республики методом ИК-Фурье спектроскопии ....	189

**Д.С. Феофилова, Р.Н. Нуреева, И.С. Черепанов**

**ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА СО<sub>2</sub>-ЭКСТРАКТОВ  
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ МЕТОДОМ  
ИК-ФУРЬЕ СПЕКТРОСКОПИИ**

В настоящей работе представлены результаты исследований по изучению структурно-группового и компонентного состава докритических СО<sub>2</sub>-экстрактов лекарственных растений Удмуртии – Мята длиннолистной и Золотарника канадского методом ИК-Фурье спектроскопии.

**Ключевые слова:** ИК-Фурье спектроскопия, компонентный состав, СО<sub>2</sub>-экстракты, Мята длиннолистная, Золотарник канадский.

**D.S. Feofilova, R.N. Nureeva, I.S. Cherepanov**

**STUDY OF CO<sub>2</sub>-EXTRACTS COMPOSITION  
OF UDMURT REPUBLIC MEDICINAL PLANTS USING IR-FOURIER  
TRANSFORM SPECTROSCOPY METHOD**

The results of investigations on the study of structural-group and component composition of Udmurtia medicinal plants (*Mentha longifolia* and *Solidago canadensis*) CO<sub>2</sub>-extracts using IR-Fourier transform spectroscopy have been presented.

**Keywords:** IR-Fourier transform spectroscopy, component composition, CO<sub>2</sub>-extracts, *Mentha longifolia*, *Solidago canadensis*.

Одним из наиболее перспективных подходов к исчерпывающей экстракции компонентов растительного сырья в настоящее время является СО<sub>2</sub>-экстракция, реализуемая различными способами. Одной из основных проблем дальнейшего практического использования экстрактов является определение их группового и компонентного состава, сведения о которых позволяют направленно компаундировать биоактивные композиции на их основе. Последнее требует применения сочетания экстракционных методик и информативных подходов к идентификации отдельных компонентов или их классов, в частности инструментальных, спектроскопических и хроматографических методов. Методы колебательной спектроскопии при достаточной экспрессности и простоте выполнения эксперимента в сравнении с ВЭЖХ обладают значительно большей информативностью, нежели широко применяемые в химии



растительного сырья методы УФ-спектрофотометрии [1]. В связи с этим целью настоящей работы являлось изучение группового и компонентного состава докритических CO<sub>2</sub>-экстрактов лекарственных растений Удмуртии *Mentha longifolia* L. и *Solidago canadensis* L. методом ИК-Фурье спектроскопии.

Докритические CO<sub>2</sub>-экстракты исследуемых лекарственных растений Удмуртии получены в лаборатории кафедры «Физиологии, клеточной биологии и биотехнологии» ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет» (заведующий кафедрой – д.б.н., профессор В.Г. Сергеев) под руководством к.б.н., доцента И.А. Черенкова.

Колесательные спектры CO<sub>2</sub>-экстрактов и извлечений из них регистрировались на ИК-Фурье спектрометре ФСМ-2201 (ООО «Инфраспек», СПб, РФ) в интервале волновых чисел 4000–400 см<sup>-1</sup> с разрешением по волновому числу 4 см<sup>-1</sup> при 40 сканах. Образцы исследовались в виде тонких пленок на KBr-подложках (жидкие фазы) и в форме KBr-таблеток (1 : 200, твердые фазы); спектры обрабатывались в программном пакете FSpec 4.3.0.9. Этанольные (96 и 47 %) и водно-щелочные (0,1 н NaOH) вытяжки из докритических флюидных экстрактов готовились смешением 0,5 мл каждого экстракта с 1 мл соответствующего растворителя и анализировались после отделения липофильного слоя, фильтрования (при наличии осадков) и удаления избытка растворителя: образцы, представляющие собой масла (96 % EtOH) или порошкообразные фазы (47 % EtOH, 0,1 NaOH/H<sub>2</sub>O), изучались методом ИК-Фурье спектроскопии в условиях, описанных выше. Дополнительно выполнялся фитохимический анализ водных и водно-спиртовых извлечений из исходного растительного сырья.

Колесательные спектры исходных CO<sub>2</sub>-экстрактов характеризуются ровной базовой линией и достаточной разрешенностью по волновому числу, что позволило на основании сопоставления с корреляционным материалом [2–4] идентифицировать в составе экстрактов терпены, терпеноиды, липидные компоненты, сапонины, пигменты (таблица), что подтверждается результатами фитохимического анализа. Получение и анализ спектров извлечений из CO<sub>2</sub>-экстрактов экстрагентами различной полярности дало возможность детализировать компонентный состав монотерпеновых фракций, а также липидных ВЖК-составляющих.

Структурно-групповой и компонентный состав докритических  
CO<sub>2</sub>-экстрактов и их водно-этанольных извлечений

Сырье	Исходные CO <sub>2</sub> -экстракты	Вытяжки из CO <sub>2</sub> -экстрактов		
		96 % EtOH	47 % EtOH	0,1 н NaOH
<i>Mentha longifolia</i> L (листья)	Монотерпены (ментон, 1,8-цинеол, α,β-пинены, карвон, цимен, пиперитон-пиперитенон-эпоксиды) терпеноиды (пулегон, изопулегон), ВЖК, глицериды, фосфолипиды, пигменты	Фосфолипиды, Монотерпены (ментон, 1,8-цинеол, α,β-пинены, карвон, пиперитон-пиперитенон-эпоксиды, сабинены) терпеноиды (пулегон, изопулегон), пигменты	Фосфолипиды, сложные эфиры, монотерпены (ментон, карвон) терпеноиды (пулегон, изопулегон), ароматические соединения (сложные фенил-этиловые эфиры), хлорофиллы	Соли ВЖК (18:2, 16:0, 18:0), фосфолипиды, пигменты
<i>Solidago canadensis</i> L (листья, соцветия)	Сапонины, монотерпены (мирцен, α,β-пинены, γ-терпинен), сесквитерпены (β-кариофиллен), триглицериды, пигменты	Липиды, монотерпены (мирцен, α,β-пинены, γ-терпинен), сесквитерпены (β-кариофиллен), сапонины, пигменты	Сложные эфиры, сапонины, монотерпены (мирцен, α,β-пинены, γ-терпинен), сесквитерпены (β-кариофиллен)	Соли ВЖК (18:2, 18:1, 16:0), фосфолипиды, пигменты

Таким образом, методы молекулярной спектроскопии при достаточной экспрессности и простоте методик позволяют в достаточной для дальнейших исследований степени детализировать функционально-групповой и компонентный состав растительных CO<sub>2</sub>-экстрактов.

## Список литературы

1. Черепанов И.С., Журавлева А.А. Образование первичных метаболитов и хлорофилла в растениях *Cucumis sativus* L. при воздействии конъюгата I-рамнозы с м-аминобензойной кислотой // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2021. – № 1. – С. 90–98.
2. Vibrational Spectroscopic Studies to Acquire a Quality Control Method of Eucalyptus Essential Oils / M. Baranska, H. Schulz, S. Reitzenstein, U. Uhlemann, M. Strehle, H. Kruger, R. Quilitzsch, W. Foley, J. Popp // Biopolymers. – 2005. – Vol. 78. – P. 237–248.
3. Characterization of Essential Oil Plants from Turkey by IR and Raman Spectroscopy / H. Schulz, G. Ozkan, M. Baranska, H. Kruger, M. Oscan // Vibrational Spectroscopy. – 2005. – Vol. 39. – P. 249–254.
4. Filopoulou A., Vlachou S., Boyatzis S. Fatty Acids and Their Metal Salts: a Review Their Infrared Spectra in Light of Their Presents in Cultural Heritage // Molecules. – 2021. – Vol. 26. – P. 6005.

## Об авторах

**Феофилова Дарья Сергеевна** – студентка магистратуры кафедры «Фундаментальная и прикладная химия», Удмуртский государственный университет, e-mail: dfeofilova@mail.ru.

**Нуреева Регина Наильевна** – студентка магистратуры кафедры «Фундаментальная и прикладная химия», Удмуртский государственный университет, e-mail: reginanureeva@mail.ru

**Черепанов Игорь Сергеевич** – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры «Фундаментальная и прикладная химия», Удмуртский государственный университет, e-mail: cherchem@mail.com.

Научное издание

**ХИМИЯ. ЭКОЛОГИЯ. УРБАНИСТИКА**

*Материалы  
всероссийской научно-практической конференции  
(с международным участием)*

г. Пермь, 19–21 апреля 2023 г.

В четырех томах

Том 4

Корректор *В.И. Булатова*

---

Подписано в печать 1.08.2023. Формат 60×90/16.  
Усл. печ. л. 12,07. Тираж 25 экз. Заказ № 161/2023.

---

Издательство  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33.