



Международная научная конференция  
студентов, аспирантов и молодых учёных

# ЛОМОНОСОВ – 2022

Секция «Химия»

11–22 апреля 2022

## Материалы конференции



[lomonosov2022.chem.msu.ru](http://lomonosov2022.chem.msu.ru)



УДК 54  
ББК 24я43  
М34

**Отв. ред.: Дзубан А.В., Коваленко Н.А.**

**М34** **Материалы Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2022», секция «Химия».** – М.: Издательство «Перо», 2022. – 72 МБ. [Электронное издание]. – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit). – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-00204-190-9

ISBN 978-5-00204-190-9

УДК 54  
ББК 24я43  
© Авторы статей, 2022



## О КОНФЕРЕНЦИИ

В 2022 году традиционная **Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов»** проходила с 11 по 22 апреля в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова в рамках Международного молодёжного научного форума «Ломоносов». Председателем центрального оргкомитета является ректор МГУ академик Виктор Антонович Садовничий.

Основная цель конференции «Ломоносов» – развитие творческой активности студентов, аспирантов и молодых учёных, привлечение их к решению актуальных задач современной науки, сохранение и развитие единого международного научно-образовательного пространства, установление контактов между будущими коллегами.

Для участия в конференции приглашались студенты (специалисты, бакалавры или магистры), аспиранты, соискатели и молодые учёные (без степени кандидата наук) любой страны мира в возрасте до 35 лет (включительно) – учащиеся или сотрудники российских и зарубежных вузов, аспиранты и сотрудники научных учреждений.

Официальные языки конференции: русский и английский.

В 2022 году работа конференции проходила по 40 секциям, отражающим все основные направления современной фундаментальной и прикладной науки.

**Секция «Химия»** традиционно включала в себя следующие подсекции:

1. *Аналитическая химия*
2. *Высокомолекулярные соединения*
3. *Дисперсные системы и поверхностные явления*
4. *История химии*
5. *Катализ*
6. *Неорганическая химия I (студенты)*
7. *Неорганическая химия II (аспиранты и молодые учёные)*
8. *Органическая химия*
9. *Радиохимия и радиоэкология*
10. *Физическая химия I: молекулярное моделирование, спектроскопия, лазерная химия*
11. *Физическая химия II: химическая термодинамика и химическая кинетика*
12. *Физическая химия III: процессы с участием ионов и радикалов в конденсированных средах и на межфазных границах (электрохимия, химия высоких энергий, спиновая химия)*
13. *Химическая технология и новые материалы*
14. *Химия живых систем, нанобиоматериалы и нанобиотехнологии*

Было подано 1104 заявки, принято 1060, из них 497 устных докладов и 563 стендовых. 955 авторов приняли участие.

Секция «Химия» в 2022 году работала в смешанном формате — как очно (на химическом факультете МГУ), так и дистанционно (с помощью платформ Zoom и Яндекс.Телемост). **Стендовые сессии** по большей части проходили в формате заочного обсуждения постеров на сайте секции. В некоторых подсекциях были организованы дополнительные видеоконференции в Zoom с устным обсуждением стендовых докладов.

Вся информация о содержании секции «Химия» и итогах её работы доступна на сайте <https://lomonosov2022.chem.msu.ru/>.





## ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

**Председатель:** Калмыков Степан Николаевич, *чл.-корр. РАН, проф., декан химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова*

**Заместитель председателя:** Зверева Мария Эмильевна, *д.х.н., проф., зам. декана химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по научной работе*

Авдеев Виктор Васильевич, *д.х.н., проф.*

Белоглазкина Елена Кимовна, *д.х.н., проф.*

Клячко Наталья Львовна, *д.х.н., проф.*

Локтева Екатерина Сергеевна, *д.х.н., проф.*

Матвеев Владимир Николаевич, *д.х.н., проф.*

Цирлина Галина Александровна, *д.х.н., проф.*

Ларин Александр Владимирович, *д.х.н., в.н.с.*

Бадун Геннадий Александрович, *к.х.н., доц.*

Богатова Татьяна Витальевна, *к.х.н., доц.*

Глебов Илья Олегович, *к.ф.-м.н., доц.*

Ефимова Анна Александровна, *к.х.н., доц.*

Истомин Сергей Яковлевич, *к.х.н., доц.*

Розова Марина Геннадьевна, *к.х.н., доц.*

Ставрианиди Андрей Николаевич, *к.х.н., доц.*

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

**Председатель:** Калмыков Степан Николаевич, *чл.-корр. РАН, проф., декан химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова*

**Заместитель председателя:** Зверева Мария Эмильевна, *д.х.н., проф., зам. декана химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по научной работе*

Якубович Екатерина Вячеславовна, *к.х.н., начальник научного отдела химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова*

**Ученый секретариат:**

Коваленко Никита Андреевич, *к.х.н., доц., председатель совета молодых учёных химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова*

Дубинина Татьяна Валентиновна, *к.х.н., в.н.с.*

Дзубан Александр Владимирович, *м.н.с.*

Карпушкин Евгений Александрович, *к.ф.-м.н., доц.*

Чернышева Мария Григорьевна, *к.х.н., доц.*

Беркович Анна Константиновна, *к.х.н., с.н.с.*

Комкова Мария Андреевна, *к.х.н., с.н.с.*

Пуголовкин Леонид Витальевич, *к.х.н., н.с.*

Клещина Надежда Николаевна, *к.х.н., н.с.*

Жуковская Евгения Сергеевна, *к.х.н.*

Смирнов Сергей Александрович, *н.с.*

Кан Алёна Станиславовна

Лаврова Мария Александровна

Шишова Вера Валерьевна





## ПАРТНЁРЫ



Международный молодёжный научный форум  
«Ломоносов–2022»

Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова



Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Совет молодых учёных химического факультета  
МГУ имени М.В. Ломоносова



**Химия и жизнь**  
научно-популярный журнал  
издается с 1965 года

Научно-популярный журнал «Химия и жизнь»





## ОБЪЯВЛЕНИЕ РОССИЙСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА И ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ PLEIADES PUBLISHING

Российское Химическое общество им. Д.И. Менделеева и Издательская группа Pleiades Publishing предлагают Российским исследователям возможность опубликовать результаты своих исследований в журналах:

- Russian Journal of Electrochemistry;
- Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces;
- Russian Journal of Physical Chemistry A. Focus on Chemistry;
- Russian Journal of Applied Chemistry;
- Membranes and Membrane Technologies; Petroleum Chemistry;
- Theoretical Foundations of Chemical Engineering;
- Reviews and Advances in Chemistry.

Pleiades Publishing — международная группа компаний, образованная в 1971 году. Она публикует переведённые на английский язык научные и технические журналы и книги из России, бывшего Советского Союза, Китая и Японии, а также оригинальные издания по темам новых и быстро развивающихся дисциплин.

К рассмотрению принимаются ранее не публиковавшиеся рукописи и рукописи статей уже опубликованные, или рассматриваемые для публикации (при согласии редакций), в непереводных Российских журналах (вестниках, бюллетенях, сборниках...). Все рукописи проходят обязательное рецензирование.

Совместная работа Pleiades Publishing и издательства Springer Nature позволяет авторам из непереводных российских журналов беспрепятственно предоставлять свои статьи для публикации в английские версии журналов из коллекций Pleiades Publishing, доступные более 65 млн. читателей в мире.

Перевод и публикацию статьи в одном из международных журналов, издаваемых Pleiades Publishing и распространяемых на платформе Springer Nature, берет на себя издательство Pleiades Publishing.

Подробная информация для авторов находится на сайте [www.pleiades.online/ru/authors](http://www.pleiades.online/ru/authors).

Цивадзе Аслан Юсупович,  
академик РАН  
Президент РХО им. Д.И. Менделеева

Аванесов Николай Георгиевич,  
от имени и по поручению Издателя  
Советник Президента Pleiades Publishing





## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПОДСЕКЦИЯ</b>	<b>стр.</b>
Аналитическая химия	7
Высокомолекулярные соединения	110
Дисперсные системы и поверхностные явления	199
История химии	236
Катализ	244
Неорганическая химия I (студенты)	320
Неорганическая химия II (аспиранты и молодые учёные)	388
Органическая химия	419
Радиохимия и радиоэкология	656
Физическая химия I: молекулярное моделирование, спектроскопия, лазерная химия	707
Физическая химия II: химическая термодинамика и химическая кинетика	752
Физическая химия III: процессы с участием ионов и радикалов в конденсированных средах и на межфазных границах (электрохимия, химия высоких энергий, спиновая химия)	787
Химическая технология и новые материалы	821
Химия живых систем, нанобиоматериалы и нанобиотехнологии	903



## Микроэкстракционное извлечение зеараленона из пищевых продуктов в глубокие эвтектические растворители для его последующего хроматографического определения

Павлова К.В., Почивалов А.С., Булатов А.В.

Студент, 3 курс бакалавриата

Санкт-Петербургский государственный университет, Институт химии,  
Санкт-Петербург, Россия

E-mail: [st067859@student.spbu.ru](mailto:st067859@student.spbu.ru)

Зеараленон относится к числу наиболее распространенных и опасных загрязнителей пищевых продуктов (микотоксинов), обладает выраженными гормоноподобными и тератогенными свойствами, в первую очередь поражает зерновые культуры и продукты на их основе. В связи с этим установлены предельно допустимые концентрации зеараленона в продуктах питания. Существующие подходы к пробоподготовке времязатратны и трудоемки, что требует разработки новых способов извлечения зеараленона из проб пищевых продуктов.

Глубокие эвтектические растворители (ГЭР) являются экологически безопасной альтернативой токсичным органическим растворителям и состоят из донора и акцептора водородной связи. В данной работе впервые были изучены гидрофобные ГЭР на основе ментола и длинноцепочечных спиртов для выделения и концентрирования зеараленона из проб зерновых продуктов.

Предложенный способ пробоподготовки включает предварительное экстрагирование аналита из твердофазной пробы в раствор прекурсоров ГЭР в полярном растворителе в ультразвуковом поле с последующим введением экстракта в водную среду для проведения дисперсионной жидкостно-жидкостной микроэкстракции. *In situ* образование фазы ГЭР приводит к эффективному концентрированию зеараленона, что позволяет определять следовые концентрации микотоксина методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием. Разработанный подход был успешно апробирован путем анализа проб хлеба, зерна и кукурузных хлопьев. Предел обнаружения составил 2 мкг/кг.

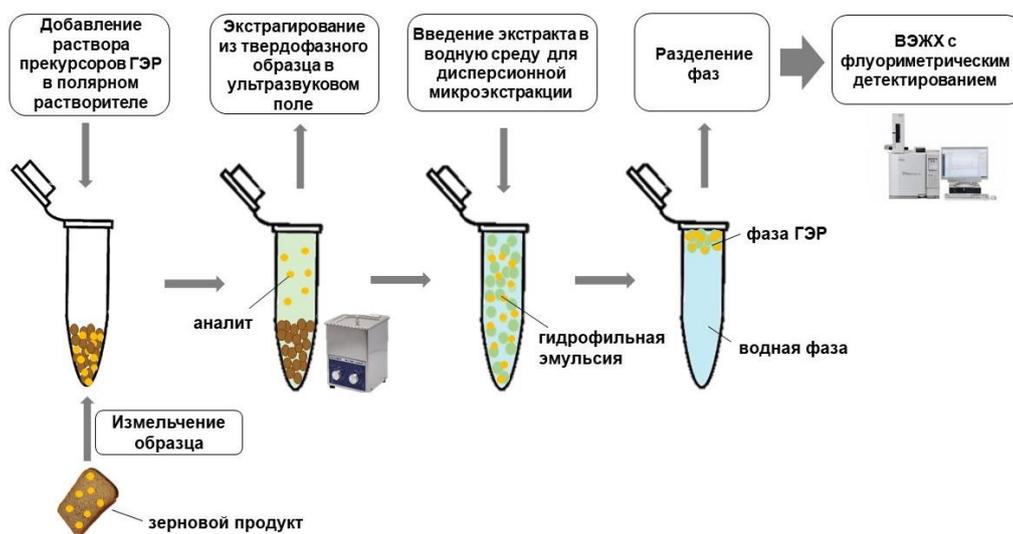


Рис.1. Схематическое изображение этапов пробоподготовки.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-13-00020, <https://rscf.ru/project/21-13-00020/>