



**ВСЕРОССИЙСКИЙ СИМПОЗИУМ
И ШКОЛА-КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
«ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»**

СБОРНИК ТРУДОВ СИМПОЗИУМА



**27 ОКТЯБРЯ – 3 НОЯБРЯ, 2021
г. СЕВАСТОПОЛЬ**

УДК 54
ББК 24.5
Ф503

Утверждено к печати Федеральным государственным бюджетным
учреждением науки Институтом физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук

Ф503 **Физико-химические методы в междисциплинарных
экологических исследованиях. Всероссийский симпозиум
и школа-конференция молодых ученых, 27 октября – 3 но-
ября, 2021, Севастополь, Россия. Сборник трудов симпо-
зиума. — М.: Издательский дом «Граница», 2021. — 352 с.**

ISBN 978-5-9933-0345-1

В сборнике представлены материалы Всероссийского симпозиума
и школы-конференции молодых ученых «Физико-химические методы
в междисциплинарных экологических исследованиях».

Сборник включает тезисы пленарных лекций, устных и стендовых
докладов, а также публикации по следующим направлениям: физико-хи-
мические методы при междисциплинарных исследованиях; фундамен-
тальные и прикладные вопросы физико-химических процессов на границе
раздела фаз; синтез, строение, физико-химические свойства и применение
новых сорбционных и хроматографических материалов для промышлен-
ного и аналитического применения; научные и практические аспекты раз-
работки и применения сорбционных технологий при переработке
природного и техногенного, в том числе, радиоактивного, сырья и отходов;
физико-химические механизмы образования комплексов биологически
важных продуктов; исследование биогеохимических процессов в Мировом
океане; радиохимические методы в исследовании экосистем и анализе объ-
ектов окружающей среды; применение биофизических и биохимических
методов при мониторинге прибрежной зоны Черного моря; применение
физико-химических методов при оценке физических и химических фак-
торов загрязнения окружающей среды; применение физико-химических
методов для изучения гидробионтов и культур сельскохозяйственного на-
значения; физико-химические методы при оценке качества пищевой про-
дукции, фармацевтической продукции, строительных материалов
и других объектов исследований; история физико-химических методов
(круглый стол); применение физико-химических методов при оценке фи-
зических и химических факторов загрязнения окружающей среды.

Тезисы докладов представлены в авторской редакции.

Для широкого круга химиков, физиков, экологов, специалистов на-
учно-исследовательских групп, организаций, аспирантов и студентов.

УДК 543.544

СИНТЕЗ, ИЗУЧЕНИЕ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ГИДРОФИЛЬНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С НОВЫМИ ТИПАМИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЛОЕВ¹

**Чикурова Н.Ю., Беляева А.А., Чернобровкина А.В.,
Смоленков А.Д., Шпигун О.А.**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Химический факультет, Россия 119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, 1, стр. 3;
e-mail: chikurova.nu@yandex.ru*

Работа посвящена получению новых гидрофильных неподвижных фаз на основе силикагеля, а также изучению механизмов удерживания различных классов полярных веществ на синтезированных сорбентах и их практическому применению. Обсуждаются подходы к модифицированию поверхности сорбентов и способы формирования новых гидрофильных функциональных слоев. Описаны выявленные закономерности удерживания разных классов гидрофильных соединений на полученных неподвижных фазах.

The work is devoted to the synthesis of novel hydrophilic silica-based stationary phases, as well as the study of the retention mechanisms for various classes of polar substances on the synthesized adsorbents, and their application. Approaches to the surface modification and methods for new hydrophilic functional layers construction are discussed. The revealed retention patterns for different hydrophilic compounds on the obtained stationary phases are described.

В настоящее время для определения полярных соединений все чаще применяют гидрофильную хроматографию (ГИХ). Поскольку селективность и эффективность разделения в ГИХ зависят в большей степени от структуры неподвижной фазы, ключевым направлением развития этого метода остается синтез новых сорбентов наряду с изучением реализуемых на них механизмов удерживания.

Перспективным направлением в синтезе новых сорбентов является введение амидных функциональных групп как наиболее гидрофильных, потенциально позволяющих расширить круг разделяемых и определяемых полярных веществ. В работе предложены два пути ковалентного модифицирования матрицы на основе силикагеля с введением амидных групп: использование гликопептидного антибиотика эремомицина, а также многокомпонентной реакции Уги, характеризующейся мягкими условиями проведения и возможностью управления селективностью получаемых сорбентов путем варьирования исходных реагентов. Также получены сорбенты с пространственным удалением предложенных функциональных

¹ Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, грант № 20-13-00140.

слоев с помощью спейсера — 1,4-бутандиолдиглицидилового эфира. Установление хроматографических свойств новых сорбентов и механизмов удерживания различных полярных веществ позволит определить способы управления селективностью и эффективностью новых сорбентов, а также установить и в дальнейшем прогнозировать условия разделения аналитов конкретных химических классов.

Для получения сорбентов по реакции Уги использовали матрицу 3-аминопропилсиликагеля (диаметр частиц 5 мкм), ацетон, гликолевую кислоту и различные изоцианиды: морфолиноэтил изоцианид, п-толуолсульфонилметил изоцианид и этиловый эфир изоциануксусной кислоты. Показано, что введение полярных групп в функциональный слой неподвижных фаз без пространственного удаления приводит к увеличению их гидрофильности. На наиболее гидрофильном сорбенте, полученном при использовании морфолиноэтил изоцианида, установлен адсорбционный механизм для цвиттер-ионных аминокислот, а также получены зависимости факторов их удерживания от концентрации буферного раствора. На сорбенте, полученном при использовании этилового эфира изоциануксусной кислоты, достигнуто разделение 10 сахаров за 20 мин при использовании градиентного элюирования.

Для водорастворимых витаминов на всех фазах установлен смешанный механизм удерживания, для органических кислот — адсорбционный с преобладанием электростатических взаимодействий. Показано, что сорбенты обладают хорошей селективностью и эффективностью до 55000 тт/м по витаминам, которая увеличивается по сравнению с аминопропилсиликагелем. Достигнуто разделение 12 органических кислот с эффективностью до 45000 тт/м. Использование в реакции Уги п-толуолсульфонилметил изоцианида позволило реализовать дополнительный тип гидрофобных взаимодействий аналитов с поверхностью сорбента и таким образом разделить фосфоновые кислоты и пестициды. Модифицирование сорбентов по реакции Уги позволило также уменьшить время уравнивания колонок после градиентного элюирования.

Показано изменение механизма удерживания тиамина и уменьшение вклада электростатических взаимодействий с неподвижной фазой при модифицировании силикагеля эремомицином. Применение гликопептидных антибиотиков для создания новых функциональных слоев привело к увеличению гидрофильности сорбентов и позволило экранировать отрицательный заряд матрицы на основе силикагеля.

Показана применимость синтезированных сорбентов для анализа реальных объектов: сладких напитков, кофе, вина и лекарственных препаратов на содержание сахаров, органических кислот и витаминов.