



Координационный совет по делам молодежи в научной и образовательной сферах при Совете при Президенте Российской Федерации по науке и образованию



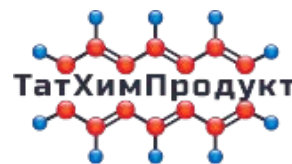
# СБОРНИК ТЕЗИСОВ

IV ВСЕРОССИЙСКОЙ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ ШКОЛЫ-  
КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ  
УЧЕНЫХ

«МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА»



Научный центр мирового уровня (НЦМУ)  
“Рациональное освоение запасов жидких  
углеводородов планеты”



Казань, 8-10 ноября 2021 года

# СБОРНИК ТЕЗИСОВ

IV ВСЕРОССИЙСКОЙ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ ШКОЛЫ-  
КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ И МОЛОДЫХ  
УЧЕНЫХ

«МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА»



Сборник Тезисов IV Всероссийской с международным участием школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Материалы и технологии XXI века» / Отв. ред. А.В. Герасимов. [Электронный ресурс] – Казань.: КФУ, 2021. – 1 USB-flash-накопитель. – Систем. требования: ПК с процессором с тактовой частотой не менее 1 ГГц; Windows 7; USB 2.0; Adobe Acrobat Reader.

**Казань, 8-10 ноября 2021 года**

## Организатор

Казанский (Приволжский) федеральный университет

## Организационный комитет

### ***Председатель организационного комитета:***

Таюрский Д.А., проректор по научной деятельности КФУ.

### ***Заместители председателя организационного комитета:***

Киясов А.П., директор Института фундаментальной медицины и биологии КФУ, проректор по биомедицинскому направлению;

Нургалиев Д.К., директор Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ, проректор по направлениям нефтегазовых технологий, природопользования и наук о Земле;

Зиганшин М.А., исполняющий обязанности директора Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ;

Варфоломеев М.А., заведующий кафедрой разработки и эксплуатации месторождений трудноизвлекаемых углеводородов Института геологии и нефтегазовых технологий КФУ;

Каюмов А.Р., доцент кафедры генетики Института фундаментальной медицины и биологии КФУ.

### ***Члены организационного комитета:***

Абрамский М.М.

Вахитов И.Р.

Зиннатуллин А.Л.

Галиханова У.А.

Билялов А.И.

Челнокова И.А.

Гедмина А.В.

Стойков И.И.

Герасимов А.В.

Ильин А.В.

Кольчугин А.Н.

Мухаматдинов И.И.

Ситнов С.А.

Сагиров Р.Н.

Кузина Д.М.

Зиганшин Э.Р.

Харисов А.Г.

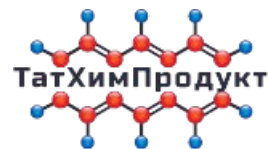
Валиева Л.Р.

Хайдаров А.А.

## Партнеры конференции



Научный центр мирового уровня  
“Рациональное освоение запасов  
углеводородов планеты”



Координационный совет по делам молодежи в  
научной и образовательной сферах при Совете  
при Президенте Российской Федерации по  
науке и образованию

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕФТИ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

И.З. Рахматуллин, С.В. Ефимов, В.В. Клочков

*Институт физики КФУ, Казань.*

*ilfat89rakhmatullin@gmail.com*

В последние годы растет интерес к использованию ЯМР-спектроскопии для исследования различных объектов нефтехимии. В случае нефти и нефтепродуктов, содержащих обычно сотни соединений, в основном углеводородов, важной особенностью ЯМР-спектроскопии высокого разрешения является строгая корреляция интегральных интенсивностей отдельных групп сигналов в определенных диапазонах химических сдвигов в спектрах ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  с содержанием соответствующих молекулярных фрагментов [1]. Современная ЯМР-спектроскопия высокого разрешения основана не только на повышенной чувствительности и разрешающей способности, но и на двумерных методах, дающих дополнительную информацию о составе исследуемых образцов.

Спектроскопия ЯМР  $^1\text{H}$  - относительно быстрый метод, не требующий сложной пробоподготовки. Доступный спектральный диапазон протонных резонансов невелик, поэтому прямое сравнение спектров  $^1\text{H}$  дает мало информации. Спектры ЯМР  $^1\text{H}$  сырой нефти содержат большое количество сигналов, отражающих их химическую сложность.

Спектры ЯМР  $^{13}\text{C}$  содержат множество различимых сигналов, которые могут быть отнесены к разным типичным областям и, таким образом, дают информацию о долях ароматических, первичных ( $\text{CH}_3$ ), вторичных ( $\text{CH}_2$ ) и третичных ( $\text{CH}$ ) типов атомов углерода. Комбинация спектров ЯМР высокого разрешения  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  также позволяет оценить среднюю длину и разветвленность алифатических цепей [2,3].

ЯМР-спектроскопия может быть быстрым методом (занимающим несколько минут экспериментального времени и обработки, если мы ограничиваемся спектроскопией  $^1\text{H}$ ) для получения базовой информации о химическом составе сырой нефти и продуктов нефтепереработки. Легко обнаруживается присутствие олефинов, воды и количества ароматических соединений. Более подробная информация требует измерения спектров  $^{13}\text{C}$  и использования различных предположений о химическом составе. Поэтому разработка технологий распознавания нефтепродуктов должна основываться на статистическом анализе, а не на простом интегрировании спектральных полос. По данным ЯМР  $^{13}\text{C}$  масел различного происхождения, вязкости и обработки, можно сделать следующие выводы: снижение концентрации третичных углеродных групп наблюдается в образцах нефтей, не подвергавшихся термической обработке; при переходе от легкой нефти к тяжелой наблюдается уменьшение концентрации первичных и увеличение концентрации ароматических углеродов. Эти характеристики определяют как свойства объектов, так и стратегию различных технологических схем обогащения нефти или извлечения различных фракций и групп. Методы ЯМР-спектроскопии позволяют легко установить количественное присутствие основных углеводородных компонентов в любой фракции нефти. ЯМР также может быть полезен для быстрого прогнозирования изменения свойств сырой нефти при различных типах обработки, включая термические методы для увеличения нефтеотдачи [4]. Кроме того, количественные соотношения функциональных групп, полученные с помощью ЯМР, могут быть одним из критериев для разработки метода «отпечатков пальцев».

1. I.Z. Rakhmatullin, S.V. Efimov, B.Y. Margulis, V.V. Klochkov. *J. Petrol. Sci. Eng.*, 2017, **156**, 12-18.
2. I.Z. Rakhmatullin, S.V. Efimov, V.A. Tyurin, A.A. Al-Muntaser, A.E. Klimovitskii, M.A. Varfolomeev, V.V. Klochkov, *J. Petrol. Sci. Eng.*, 2018, **168**, 256-262.
3. I.Z. Rakhmatullin, S.V. Efimov, V.A. Tyurin, M.R. Gafurov, A.A. Al-Muntaser, M.A. Varfolomeev,

V.V. Klochkov, *Processes*, 2020, **8**, 995.

4. A.A. Al-Muntaser, M.A. Varfolomeev, M.A. Suwaid, C. Yuan, A.E. Chemodanov, D.A. Feoktistov, I.Z. Rakhmatullin, M. Abbas, E. Dominguez-Alvarez, A.A. Akhmediyarov, V.V. Klochkov, M.I. Amerkhanov, *J. Petrol. Sci. Eng.*, 2020, **184**, 106592.