



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт химии нефти

Сибирское отделение Российской академии наук

Итоги деятельности ИХН СО РАН за 2020 год

Д-р хим.наук, профессор А.В. Восмеригов



**Заседание Объединенного ученого совета по химическим наукам СО РАН
7 апреля 2021 года**



Основные научные направления:

- **химия нефти:** состав, строение, свойства, реология, поверхностные явления и структурообразование;
- **физико-химические основы технологий увеличения нефтеотдачи, превращения нефтей и других каустобиолитов, а также их компонентов;**
- **химические аспекты рационального природопользования и экологии,** включая научные проблемы очистки окружающей среды от загрязнений нефтью и нефтепродуктами с применением физико-химических и микробиологических методов.

В рамках основных направлений научной деятельности Института решаются следующие задачи:

- ❖ **Выявление закономерностей формирования компонентного состава нефтей и структуры нефтяных дисперсных систем.**
- ❖ **Создание научных основ нетрадиционных методов увеличения нефтеотдачи: физико-химического регулирования фильтрационных потоков, ограничения водопритока, микробиологического воздействия на пласт.**
- ❖ **Изучение механизмов структурообразования и реологии нефтяных дисперсных систем в процессах добычи, транспорта и переработки.**
- ❖ **Разработка научных основ прогрессивных технологий добычи, транспорта и переработки углеводородного сырья.**
- ❖ **Физико-химические основы создания новых материалов и технологий их применения для решения экологических проблем нефтехимии и нефтепереработки.**
- ❖ **Разработка геоинформационных систем по геологии и химии нефтей и ГИС-технологий для решения проблем окружающей среды и устойчивого развития региона.**



ПРОЕКТЫ ПО ПРОГРАММЕ ФНИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АКАДЕМИЙ НАУК НА 2013-2020 годы

- **Проект V.46.2. 1.** Разработка научных основ каталитического превращения природного углеводородного сырья в высоковольтостребованные химические продукты и высококачественные моторные топлива.
- **Проект V.46.2. 2.** Разработка безводородных способов термодеструкции компонентов тяжелого нефтяного и углеродсодержащего сырья на основе данных об их составе и структурной организации, стабильности и реакционной способности.
- **Проект V.46.2.3.** Физическая химия и реология нефти и полидисперсных нефтесодержащих систем в процессах увеличения нефтеотдачи пластов и транспорта нефти.
- **Проект V.46.1.2.** Диагностика состояния и восстановление природных экосистем на объектах нефтегазового комплекса Западной Сибири и прилегающих территориях.
- **Проект V.44.3.1.** Создание научных основ переработки каустобиолитов и регулирования физико-химических свойств углеводородсодержащих коллоидных систем в условиях экстремального воздействия физических факторов (низкотемпературная плазма, механохимия и акустические методы).



Катализатор для переработки газообразных углеводородов в ароматические соединения

Углеводородный состав модельной смеси углеводородов C₁-C₆

Компонент	Формула	Количество, % мас.
метан	CH ₄	8,4
этан	C ₂ H ₆	12,8
пропан	C ₃ H ₈	38,9
изобутан	C ₄ H ₁₀	17,0
н-бутан	C ₄ H ₁₀	19,0
пентан и гексан	C ₅ H ₁₂ и C ₆ H ₁₄	3,9

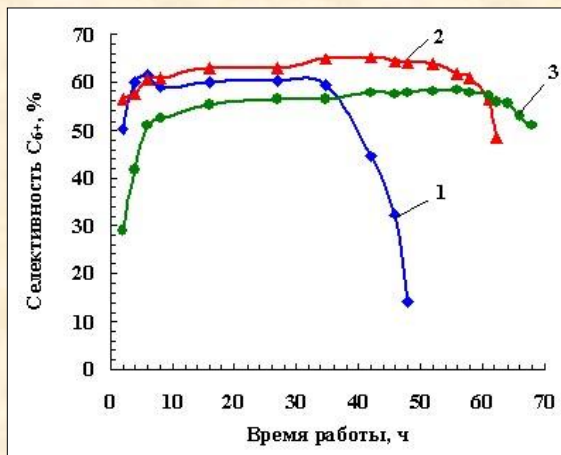


Рис. 1. Изменение селективности образования ароматических углеводородов C₆₊ (1, 2, 3) со времени работы катализатора соответственно в 1, 2 и 3 межрегенерационных циклах

Кислотные свойства цеолитсодержащего катализатора

Катализатор	T _{макс.} , °C		Концентрация (мкмоль/г)		
	T _I	T _{II}	C _I	C _{II}	C
Свежий	225	445	267	208	475
После 2 цикла работы	215	390	190	103	293
После 2 цикла работы и регенерации	225	440	259	195	454

Примечание. T_I, T_{II} – температуры максимумов пиков для форм I и II; C_I, C_{II} и C – концентрации кислотных центров в формах I, II и суммарная соответственно.

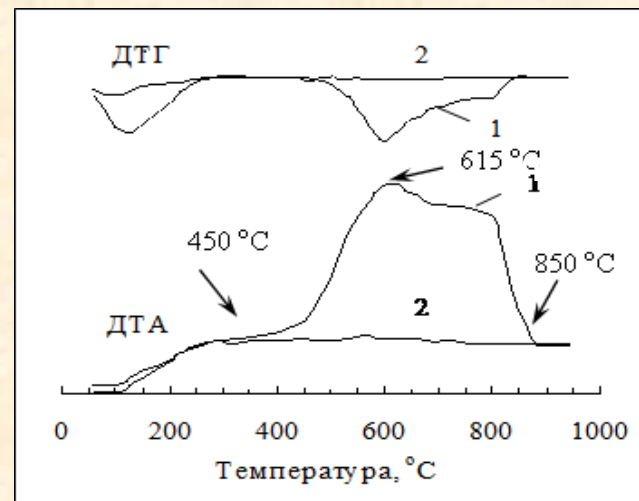


Рис. 2. Термограммы катализатора после 2 цикла работы (1) и регенерации (2)

Цеолитсодержащий катализатор характеризуется высокой активностью и стабильностью в процессе ароматизации низших алканов и способен выдержать определенное количество циклов «реакция-регенерация» без снижения своей активности. При оптимальных условиях процесса достигается высокая конверсия газообразных углеводородов C₁-C₆ (около 80 %) в смесь ароматических соединений (выход более 40 %, селективность более 50 %). Полученные данные свидетельствуют о возможности длительной эксплуатации катализатора в процессе переработки углеводородных газов в жидкие продукты.



НОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ГИДРОДЕСУЛЬФИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ MoS₂

Впервые при измельчении молибдена в криогенных условиях (77 К) в среде –Ar, N₂, H₂ – получены нанопорошки Крио-MoS₂ с низкодефектной структурой, обладающие каталитическими свойствами. Для их активирования не требуется S-реагентов. Высокая гидродесульфуряющая способность в модельной реакции превращения дибензотиофена (ДБТ) и по отношению к S-компонентов дизельной фракции наблюдается в отсутствии промотирующих добавок.

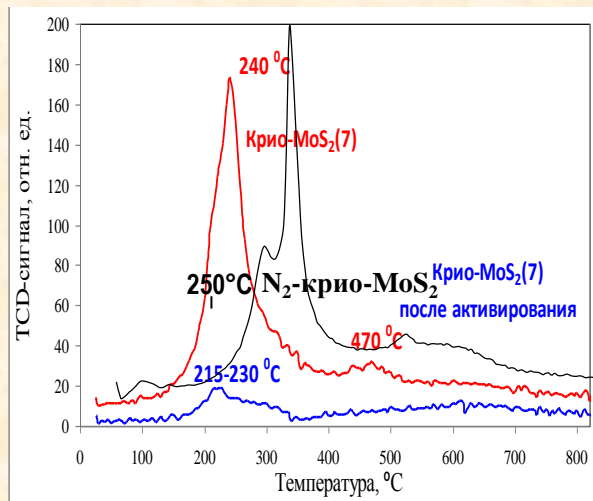


Рис. 1. ТГВ-спектры образцов

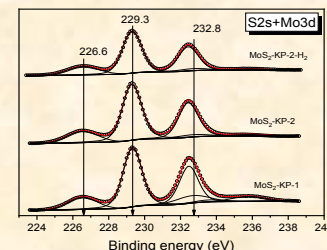
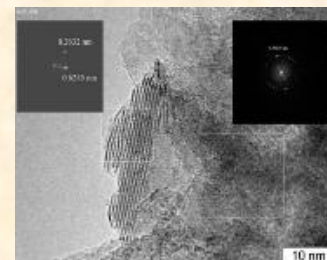
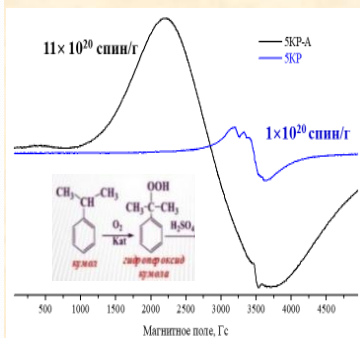
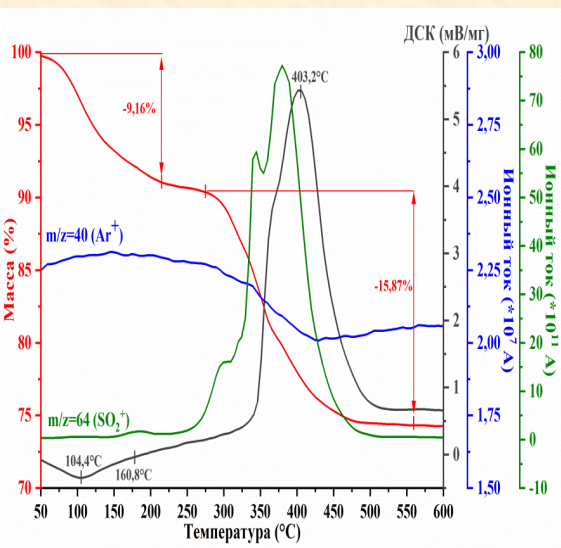


Рис. 4. ПЭМ -снимок Рис. 5. РФЭС 2s+Mo3d

- ❖ Установлена способность практически полного гидродесульфирования ДБТ (S_{исх.} = 500 ppm) в присутствии Ar- и H₂-Крио-MoS₂.
- ❖ Образец Ar-Крио-MoS₂ показал эффективное гидрообессеривание в модельной реакции при пониженных температуре (300 °С), давлении (3,0 МПа) в 3-х циклах и S-компонентов дизельной фракции (S_{ост.} = 15 ppm).
- ❖ Модельная реакция протекает по крекирующему и гидрирующему маршрутам.
- ❖ Температура начала окисления поверхностной серы на спектрах ТГ+ДСК+ХМС может рассматриваться как маркер высокой гидродесульфуряющей способности Крио-порошков .
- ❖ На поверхности обнаружены кислотные центры Льюиса и центры, инициирующие свободнорадикальную реакцию окисления ИПБ.
- ❖ Крио-MoS₂ способны обеспечивать диссоциацию молекул H₂ и O₂ на атомы.

Таблица. Свойства и активность Крио-образцов

№	Образец	S/Mo	SO ₄ ^{2-/} S ²⁻	Mo ^{6+/ Mo⁴⁺}	¹ S _{ост.} , ppm		² pH
					H ₂	H ₂ +H ₂ S	
1	Ar-Крио-MoS ₂	2,11	0,17	0,20	0	69	3,2
2	N ₂ -Крио-MoS ₂	2,14	0	0,05	36	163	6,9
3	H ₂ -Крио-MoS ₂	2,04	0	0,07	0	145	6,9

¹) среда активирования H₂ или H₂+H₂S; исходное содержание серы по ДБТ 500 ppm
²) значения pH водной фазы порошковых суспензий

Рис. 2. СТА образца Ar-крио-MoS₂

Рис. 3. ЭПР-спектр образца Ar-MoS₂



Исследование промотирующего влияния рения на каталитические свойства цеолитов в процессе превращения прямогонной бензиновой фракции нефти

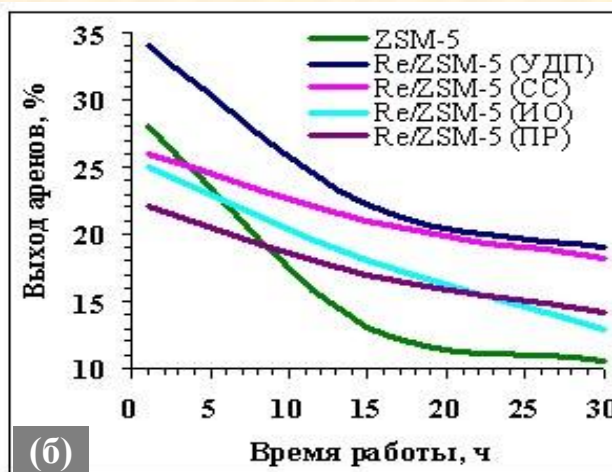
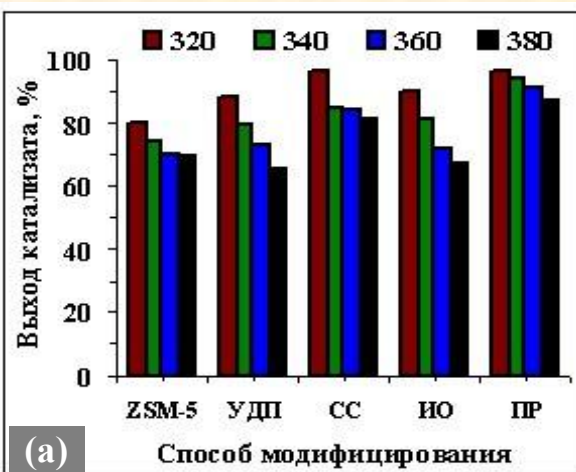
Цеолит ZSM-5 ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=40$), модифицированный $[\text{Re}]=0,5$ мас.% различными способами: УДП – ультрадисперсный порошок; СС – смешение с солью NH_4ReO_4 ; ПР – пропитка; ИО – ионный обмен

Структурные характеристики

Кислотность

Закоксованность за 30 ч работы

Образец	Уд. поверхность, $\text{м}^2/\text{г}$	Объем пор, $\text{см}^3/\text{г}$	Объем микропор, $\text{см}^3/\text{г}$	Диаметр пор, нм	$T_{\text{макс.}}$ формы, $^{\circ}\text{C}$		Конц-ия кислотных центров, $\text{мкмоль}/\text{г}$			Температура выгорания кокса, $^{\circ}\text{C}$			Кокс, %
					T_I	T_{II}	C_I	C_{II}	C_{Σ}	начало	максимум	конец	
ZSM-5	443	0,19	0,13	2,00	210	425	532	266	798	340	574	666	9,76
Re/ZSM-5 (УДП)	416	0,17	0,07	1,68	205	420	492	263	755	340	566	660	8,41
Re/ZSM-5 (СС)	364	0,17	0,12	1,87	210	415	439	258	697	354	563	660	9,29
Re/ZSM-5 (ПР)	346	0,17	0,11	1,98	205	415	495	250	745	360	558	660	7,77
Re/ZSM-5 (ИО)	334	0,17	0,12	2,00	200	410	485	247	732	340	563	660	8,44



Влияние способа модифицирования ZSM-5 рением на выход бензинов (а) и динамику снижения ароматизирующей активности (б)

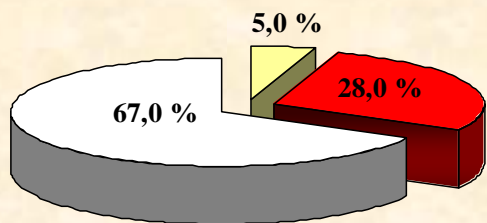
Модифицирование цеолитов рением уменьшает удельную поверхность, объем и диаметр пор, кислотность. На ренийсодержащих цеолитах повышается выход бензинов с высоким октановым числом и низким содержанием ароматических углеводородов, снижается скорость коксообразования, увеличивается длительность стабильной работы катализаторов.

Безводородный способ облагораживания тяжелых нефтей

Впервые изучено влияние каталитической добавки (смеси карбида вольфрама и нихрома (WC/NiCr)) на состав продуктов превращения тяжелых нефтей, различающихся по своему составу и свойствам. При крекинге нефтей с добавкой катализатора достигается **увеличение выхода светлых фракций на 30–40 % мас.** за счет **деструкции высокомолекулярных соединений масел, смол и асфальтенов, входящих в состав фракций, выкипающих при $T > 360$ °С.** Для нефтяной и метановой нефтей оптимальным количеством катализатора является **0,15 % мас.** При крекинге тяжелой нефти нефтяного основания в присутствии WC/NiCr существенно снижается выход газообразных и твердых продуктов, а при крекинге метановой нефти возрастает скорость образования побочных продуктов.

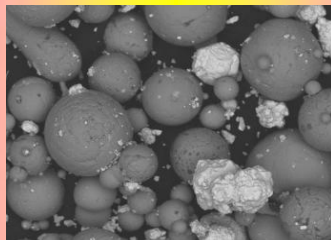
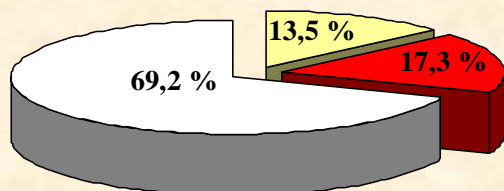
Усинская нефть (нефтяная):

□ НК-200°C ■ 200-360°C □ >360°C



Зюзеевская нефть (метановая):

□ НК-200°C ■ 200-360°C □ >360°C

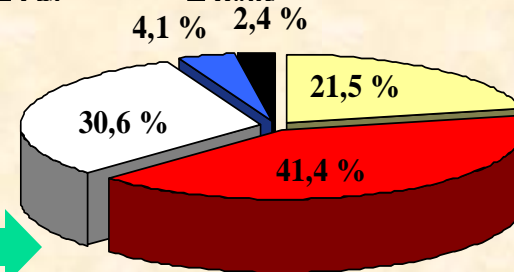


Каталитическая добавка:
Микронный порошок WC/NiCr (размер частиц 22-35 мкм)
Количество катализатора в исходном сырье – 0,15 % мас.

Условия процесса:
Температура - 450 °С
Время крекинга – 80-120 мин
Реактор периодического действия (автоклав)

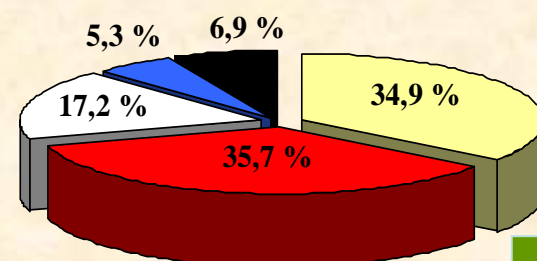
Продукты крекинга усинской нефти:

□ НК-200°C ■ 200-360°C □ >360°C
■ Газ ■ Коке

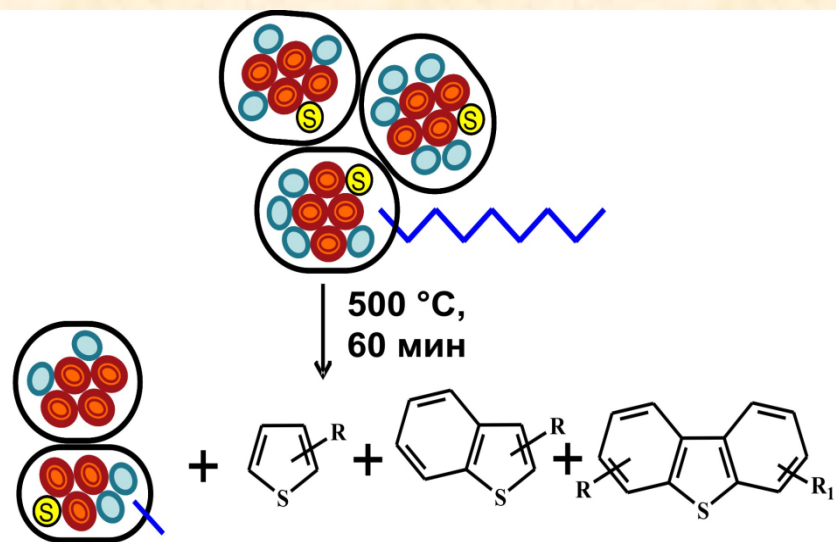


Продукты крекинга зюзеевской нефти:

□ НК-200°C ■ 200-360°C □ >360°C
■ Газ ■ Коке



Деструкция и образование производных тиофена в процессе крекинга высокосернистых гудронов



Впервые показано, что в продуктах крекинга высокосернистых гудронов (2,0 ÷ 6,4 % мас. серы) набор образующихся алкилированных тиофенов, бензотиофенов и алкилдибензотиофенов не зависит от состава исходного сырья и содержания в нем серы. В обогащении продуктов крекинга производными тиофена существенную роль играют смолисто-асфальтеновые вещества, при разрушении молекул которых образуется широкий набор серосодержащих структурных фрагментов. Установлено, что константы скоростей деструкции новообразованных гомологов дибензотиофена в 2-5 раз ниже констант скоростей их образования, что приводит к накоплению дибензотиофеновых соединений в полученных дистиллятах и, как следствие, к усложнению процессов облагораживания светлых фракций.

$k_{\text{образования}} \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$	0,1 ÷ 1,0	0,1 ÷ 0,7	0,2 ÷ 1,6
$k_{\text{деструкции}} \cdot 10^3 \text{ c}^{-1}$	0,1 ÷ 5,3	0,1 ÷ 3,3	0,1 ÷ 0,7

○ структурный блок; ● ароматическое кольцо;
 ● нафтеновое кольцо; ● атом S; | CH₂-группа

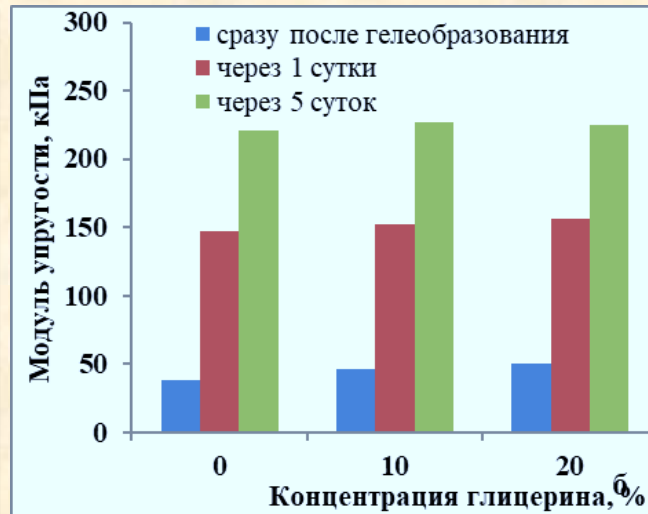
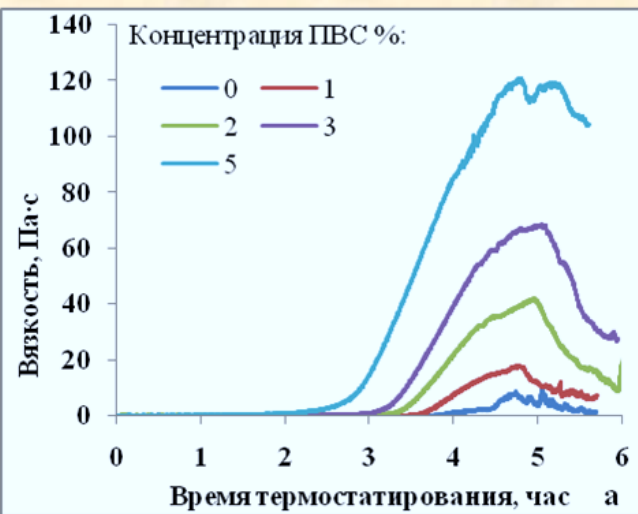
Предполагаемая схема крекинга молекулы асфальтенов высокосернистого гудрона

Полученные данные вносят вклад в создание научных основ разработки новых эффективных технологий переработки тяжелого углеводородного сырья, что соответствует задачам Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации на долгосрочный период (п. 20 б).



НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ С ДВУМЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИМИ КОМПОНЕНТАМИ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

В ИХН СО РАН создана новая гелеобразующая наноструктурированная композиция с двумя гелеобразующими компонентами – полимерным и неорганическим, на основе системы «поливиниловый спирт (ПВС) – борная кислота – соль алюминия – карбамид – гексаметилентетрамин – полиол – вода» для увеличения нефтеотдачи и ограничения водопритока на месторождениях с низкой пластовой температурой. При 20–50 °С система образует связнодисперсные наноразмерные структуры типа «гель в геле», имеющие в 2,4–6,8 раза большую вязкость и в 1,4–2,3 раза более высокую упругость по сравнению с гелями с одним гелеобразующим компонентом.



Кинетика гелеобразования при 23 °С, вязкость (а) и модули упругости гелей (б) через 1 – 5 суток

Образование геля приводит к селективному ограничению водопритока, снижению обводнённости и увеличению коэффициента извлечения нефти.

Композиция эффективна для каналов с высокой проницаемостью (разломов, трещин и пр.).

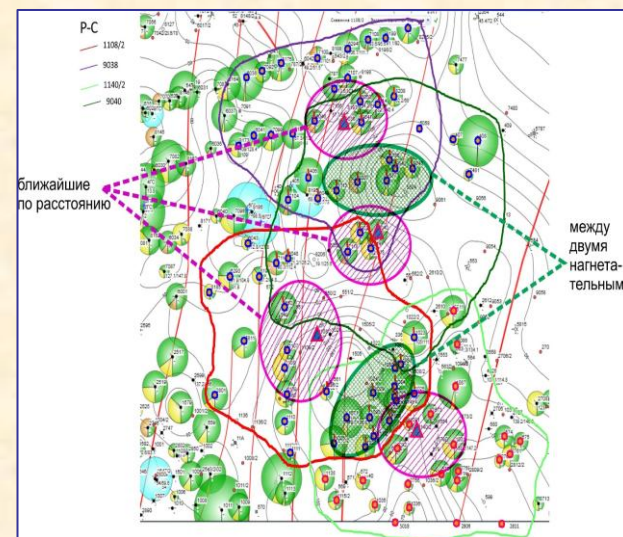
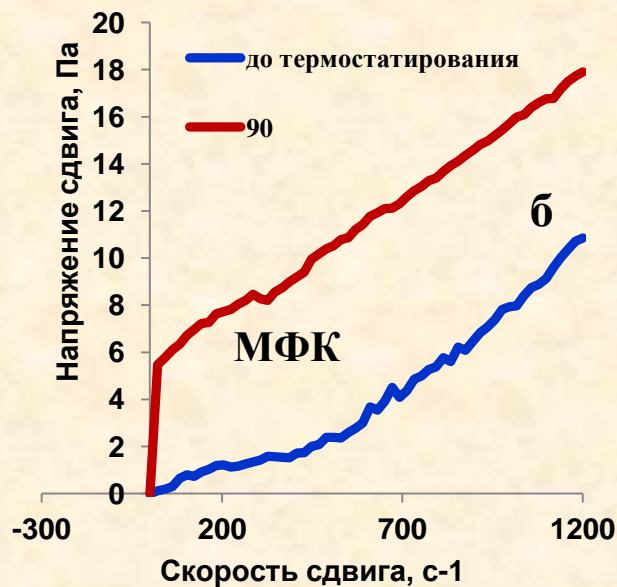
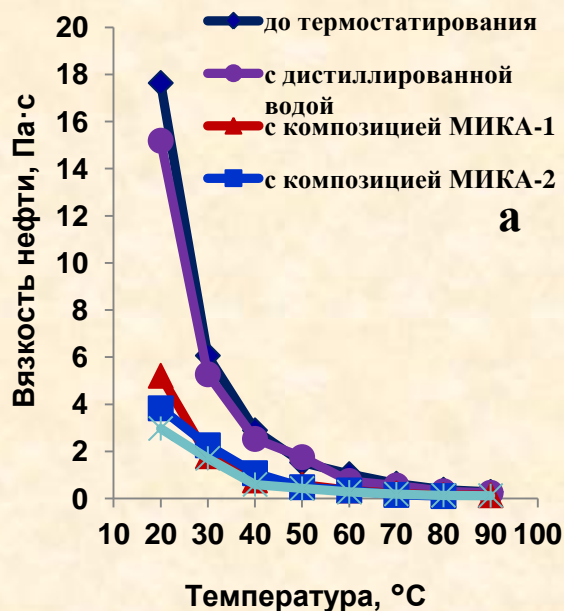
Рекомендована для проведения опытно-промышленных работ на Усинском месторождения высоковязкой нефти.



ТЕХНОЛОГИЯ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ЗАЛЕЖЕЙ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ПАВ

В ИХН СО РАН создана **новая технология** разработки залежей высоковязких нефтей с применением чередующейся закачки горячей воды и многофункциональной композиции на основе ПАВ (МФК). Для ее реализации создана многофункциональная «smart» композиция МИКА на основе ПАВ, полиола, аддукта неорганической кислоты, карбамида, солей аммония и алюминия, с регулируемой вязкостью и высокой нефтевытесняющей способностью в области температур **20-210 °С**. Композиция адаптирована к условиям Арктической зоны, имеет низкое межфазное натяжение и **низкую температуру замерзания (минус 20 ÷ минус 50 °С)**, **высокую буферную емкость в широком диапазоне рН, 2-10 ед. рН**, совместима с пластовыми водами. В состав МФК входят экологически безопасные продукты промышленного производства.

С января 2020 успешно проводятся опытно-промышленные испытания новой технологии с применением чередующейся закачки горячей воды (210 °С) и МФК МИКА на опытном участке высоковязкой нефти Усинского месторождения (**7 нагнетательных и 76 добывающих скважин**).



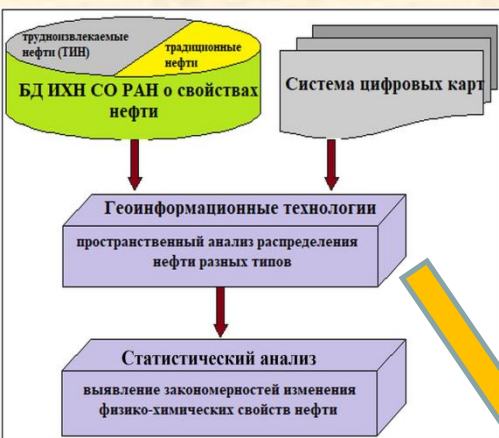
Снижение вязкости нефти (а) и рост напряжения сдвига МФК(б)

Опытный участок



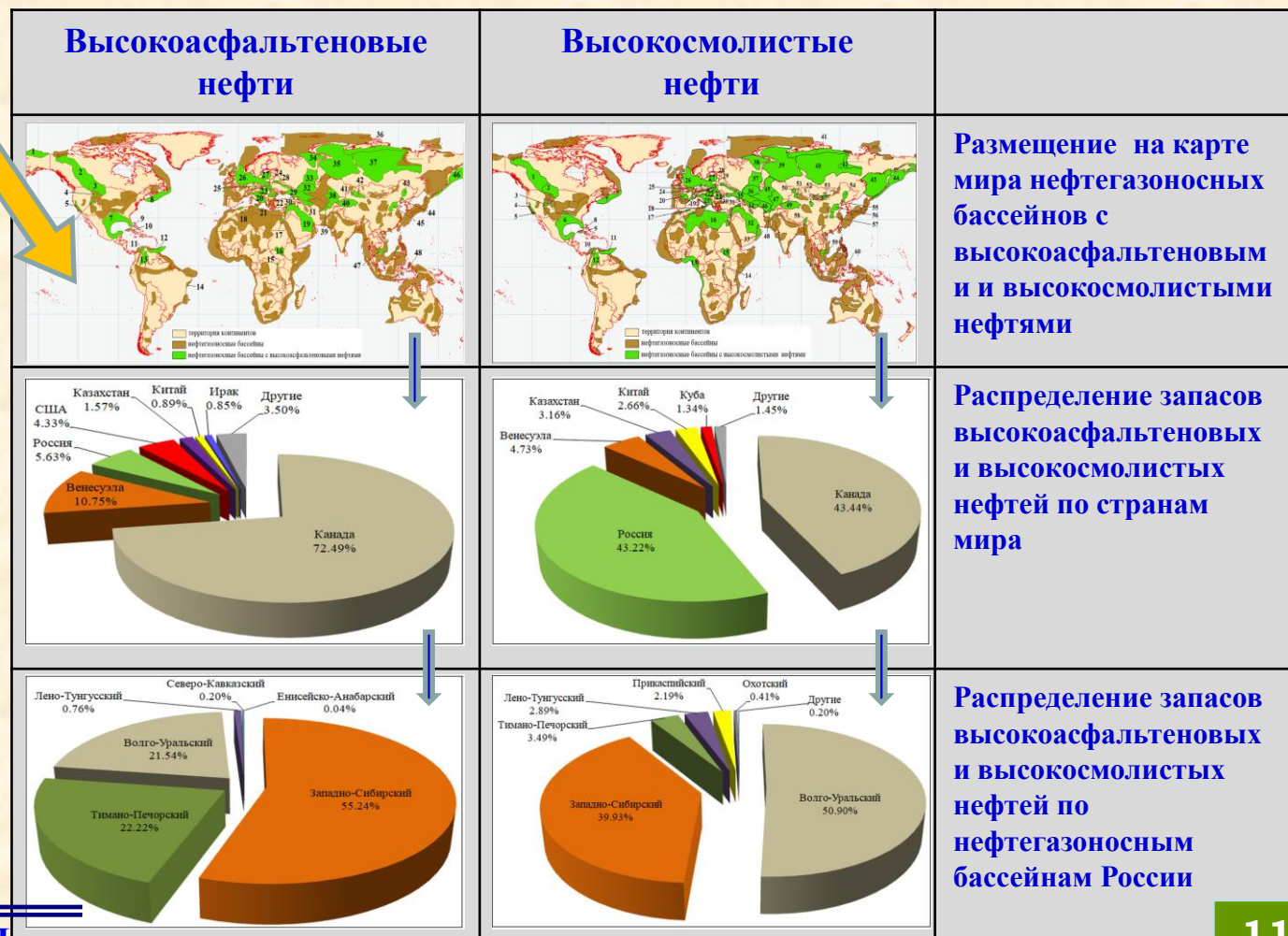
База данных ИХН СО РАН о свойствах и пространственных закономерностях размещения трудноизвлекаемой нефти

База данных (БД) ИХН СО РАН развивается, в ней представлено **34709** образцов нефти и газа из **6424** месторождения в **195** нефтегазоносных бассейнах на территории **98** стран. Особое внимание уделено сбору информации о **трудноизвлекаемых видах нефти (ТИН)** с аномальными физико-химическими свойствами и сложными условиями залегания.



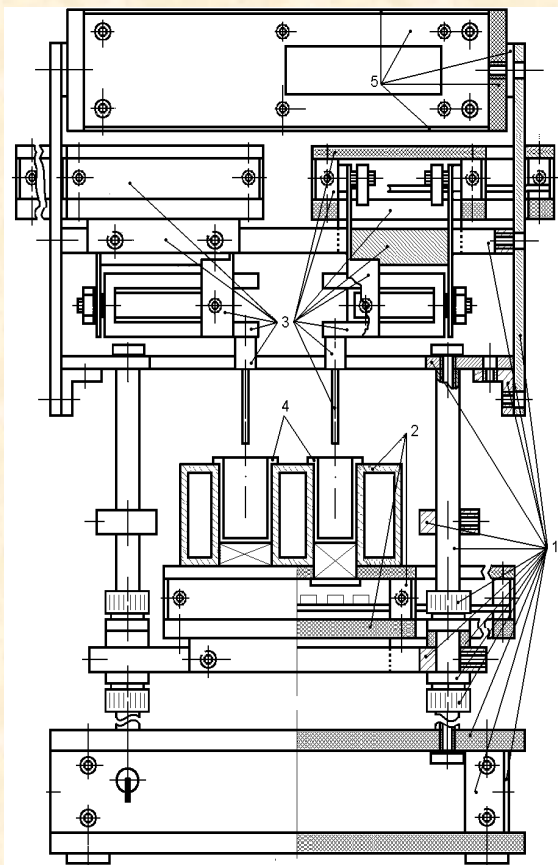
Алгоритм анализа изменений физико-химических свойств нефти с помощью ГИС и БД

Построены цифровые карты и изучено распределение мировых и российских запасов ТИН с высоким содержанием смолисто-асфальтеновых компонент.



Вискозиметр двойного резонанса

Вибрационный вискозиметр нового поколения, предназначен для контроля потери текучести нефти и гелеобразующих составов



Аппаратно-программный комплекс динамической вискозиметрии состоит из вискозиметра двойного резонанса и программы сбора вискозиметрической информации.

Преимущества:

- автоматизированный сбор данных;
- определение точки гелеобразования;
- непрерывная регистрации вязкости в процессе структурного застывания;
- неразрушающий формирующуюся структуру резонансный колебательный режим движения пробного тела.

Характеристики:

Диапазон – от 1мПа·с, до потери текучести образца.

Погрешность измерения – 5 %.

Объем измерительной ячейки $\leq 10 \text{ см}^3$.

Рис. – Схема и фотография макета вискозиметра двойного резонанса: 1 – штатив, 2 – термостатированный блок образца, 3 – вибродатчики и блок управления, 4 – измерительные ячейки, 5 – блок сбора информации



Способ увеличения селективности плазмохимического окисления пропилена кислородом

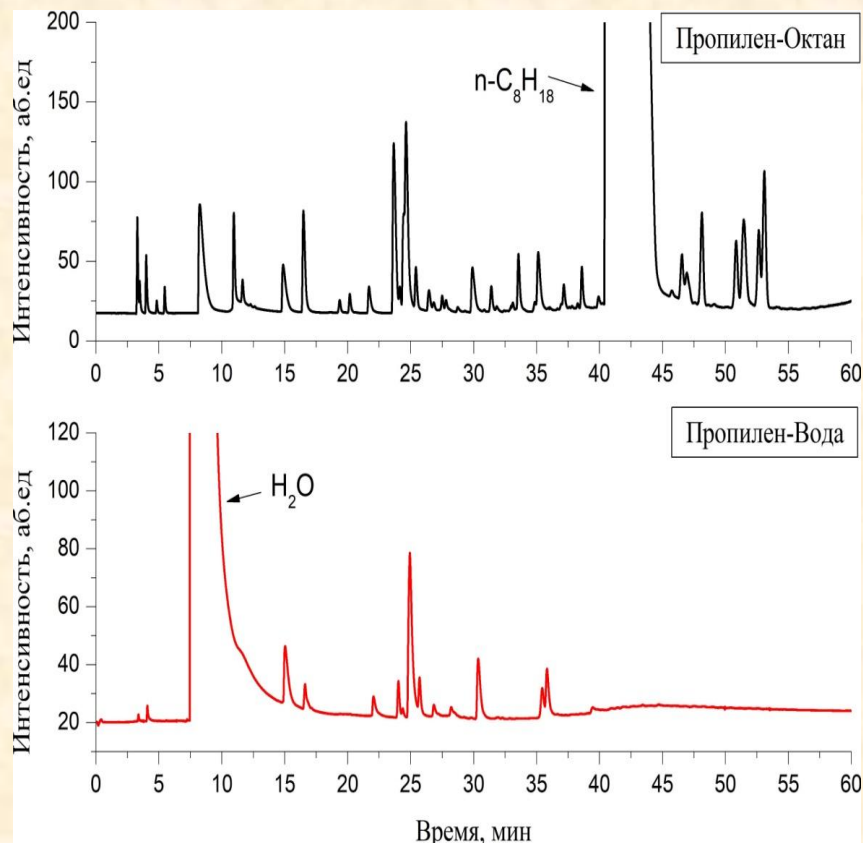


Рис. Хроматограммы продуктов плазмохимического окисления пропилена кислородом с добавкой *n*-октана и воды под действием барьерного разряда

Исходная смесь: C_3H_6 – 10%, O_2 – 90 %. Конверсия ~ 7% за проход смеси через реактор. Время контакта исходной смеси с разрядной зоной реактора ~ 10 с. Энергозатраты на окисление пропилена ~28 кВ·ч/кг.

Состав продуктов окисления пропилена кислородом с добавкой воды

Продукт	%, мас.
Окись пропилена	30.3
Пропаналь	25.8
Ацетон	4.7
Акролеин	4.0
Аллиловый спирт	1.2
Метанол	8.2
Этанол	1.7
Ацетальдегид	9.0
Уксусная кислота	5.8
Другие	9.3

Разработан новый способ увеличения селективности плазмохимического окисления пропилена кислородом до ценных продуктов с использованием барьерного электрического разряда.

Ранее для эффективной закалки продуктов реакции применяли метод окисления пропилена с добавкой *n*-октана.

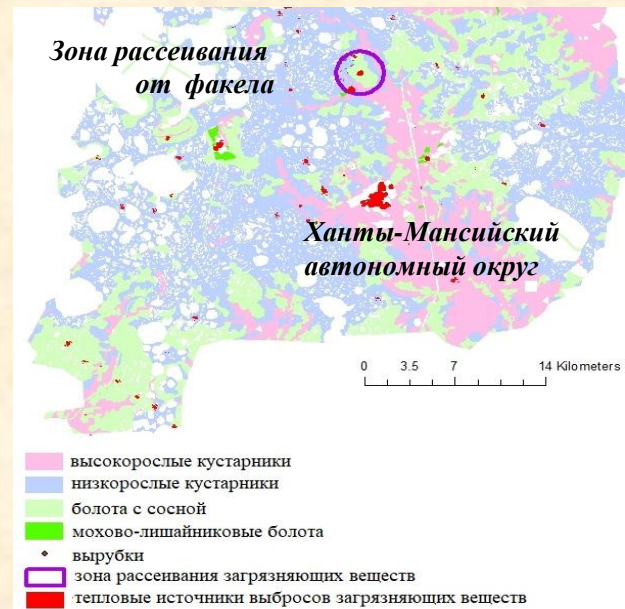
Замена *n*-октана на воду позволяет избежать загрязнения продуктов окисления пропилена продуктами превращения *n*-октана. Кроме этого, увеличивается конверсия пропилена и снижаются энергозатраты на получение продуктов.



Анализ состояния растительного покрова нефтедобывающих территорий с применением спутниковых данных

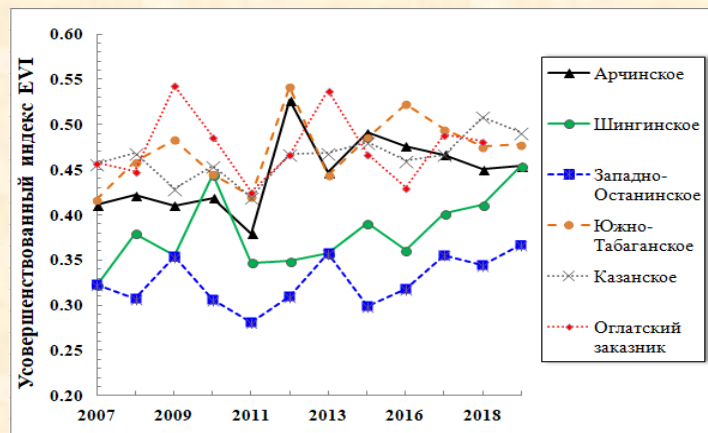
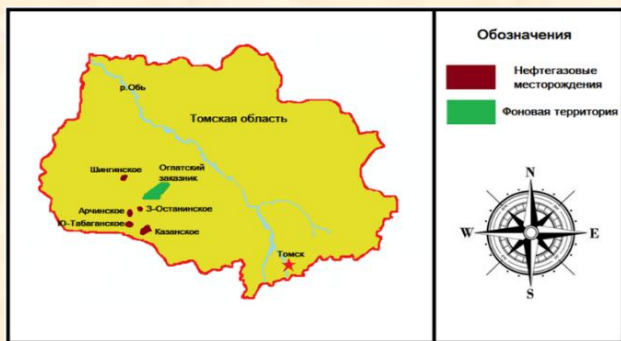
Алгоритм детектирования факельных установок и построения зон их воздействия

Для выявления ареала воздействия факельных установок на растительный покров разработан алгоритм восстановления значений температуры земной поверхности по спутниковым снимкам Landsat 8. Анализ точности алгоритма показал, что различие восстановленной температуры земной поверхности и реальной температурой (данные метеостанции) не превышает 2 °С. Разработанный алгоритм использован для определения площади загрязнения поверхности продуктами горения факельной установки на одном из месторождений Сургутского нефтегазоносного района. С применением методики рассчитан максимальный радиус (1860 м) выпадения сажи и тяжелых углеводородов от данной факельной установки, что позволяет составить план природоохранных мероприятий.



Анализ значений индекса EVI по спутниковым данным Terra Modis

По спутниковым данным Terra Modis проведен расчет усовершенствованного вегетационного индекса (EVI, Enhanced Vegetation Index) для пяти месторождений Томской области и фоновой территории Оглатского заказника. Преимущество применения EVI в задачах мониторинга состояния растительности обусловлено минимизацией влияния почвы и атмосферы на значения данного индекса.



Анализ значений индекса EVI за период 2010-2019 гг. позволил **выявить улучшение состояния растительного покрова на территориях Арчинского и Западно-Останинского месторождений в 2019 году и удовлетворительное состояние растительности в целом на всех исследуемых месторождениях.**

Влияние экологических факторов на химический состав природных органических соединений в донных отложениях водоемов Сибири

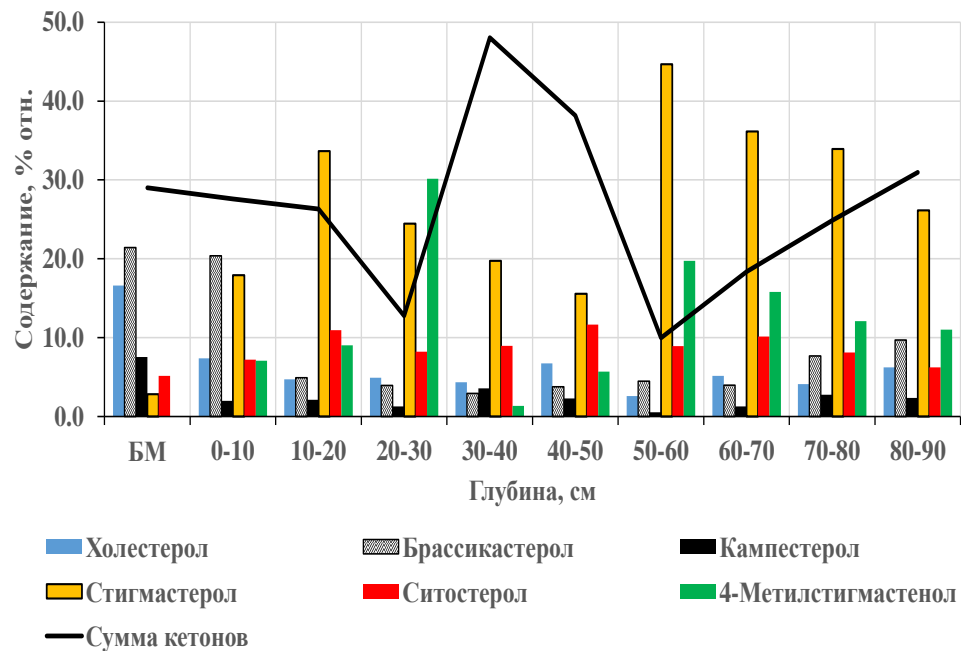


Рис. Основные стеролы и сумма кетонов в составе стероидов донных осадков и бактериального мата озера Доронинское

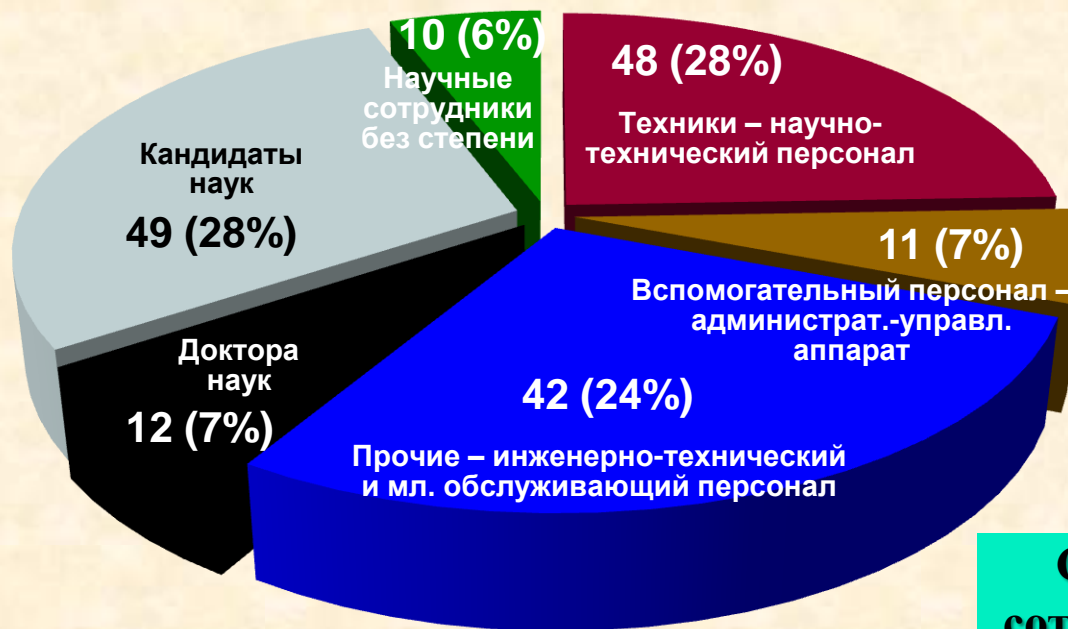
Донные осадки водоемов содержат органический материал, сохраняющий ключевую информацию об изменении экологической обстановки во время его отложения. Набор информативных биомолекул зависит от особенностей биоценоза, сложившегося в водоеме и на водосборной площади.

Исследование состава биомолекул в бактериальном мате и донных карбонатных осадках одного из озер в Восточном Забайкалье показало три отчетливо выраженных последовательности в разрезе осадков (рисунок), отражающих смену экологических условий на этой территории в течение трех последних столетий.

- Потепление климата при накоплении нижней части осадочной колонки озера, переходящее во второй половине 19-го века в жаркий засушливый период, сменяется затем похолоданием, затянувшимся до последнего десятилетия. Наиболее контрастно эти изменения фиксируются по содержанию холе-, сито-, стигма-стеролов, шоттенола, 4-метил- и 3-кетозамещенных стероидов, а-токоферола и дигидроактинидиолида.
- Проведенное исследование демонстрирует дополнительные приемы для изучения прошлых экологических и климатических изменений.



Кадровый состав сотрудников Института



**Совместители
внешние (нс):**

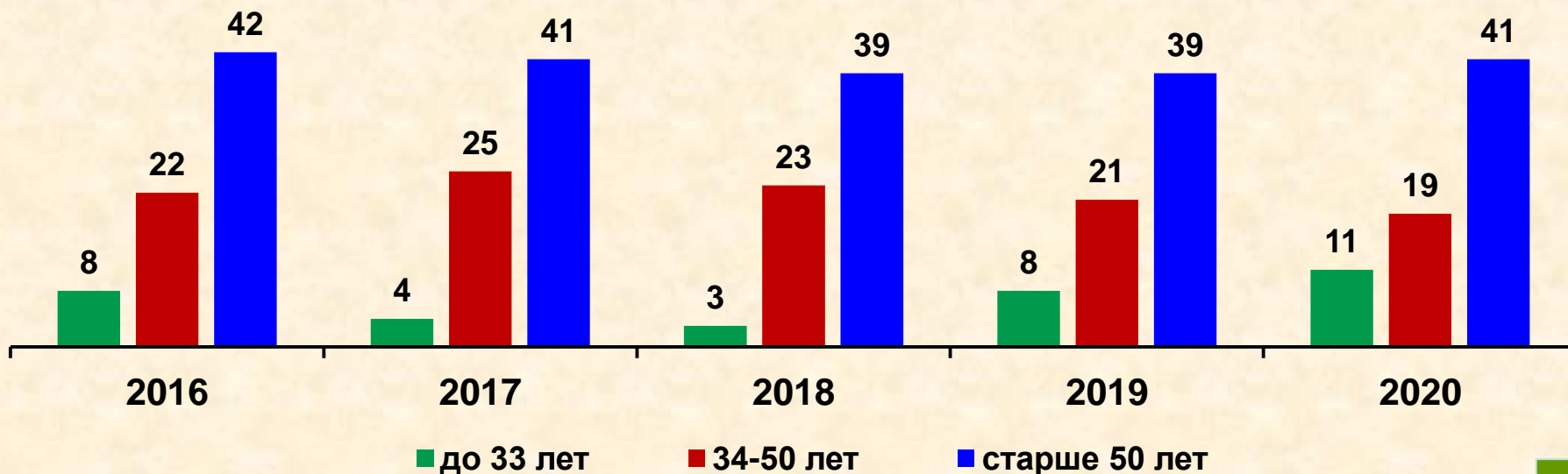
д.н. – 1

к.н. – 2

б/с – 9

**Средний возраст
сотрудников – 53 года**

Возрастной состав научных сотрудников



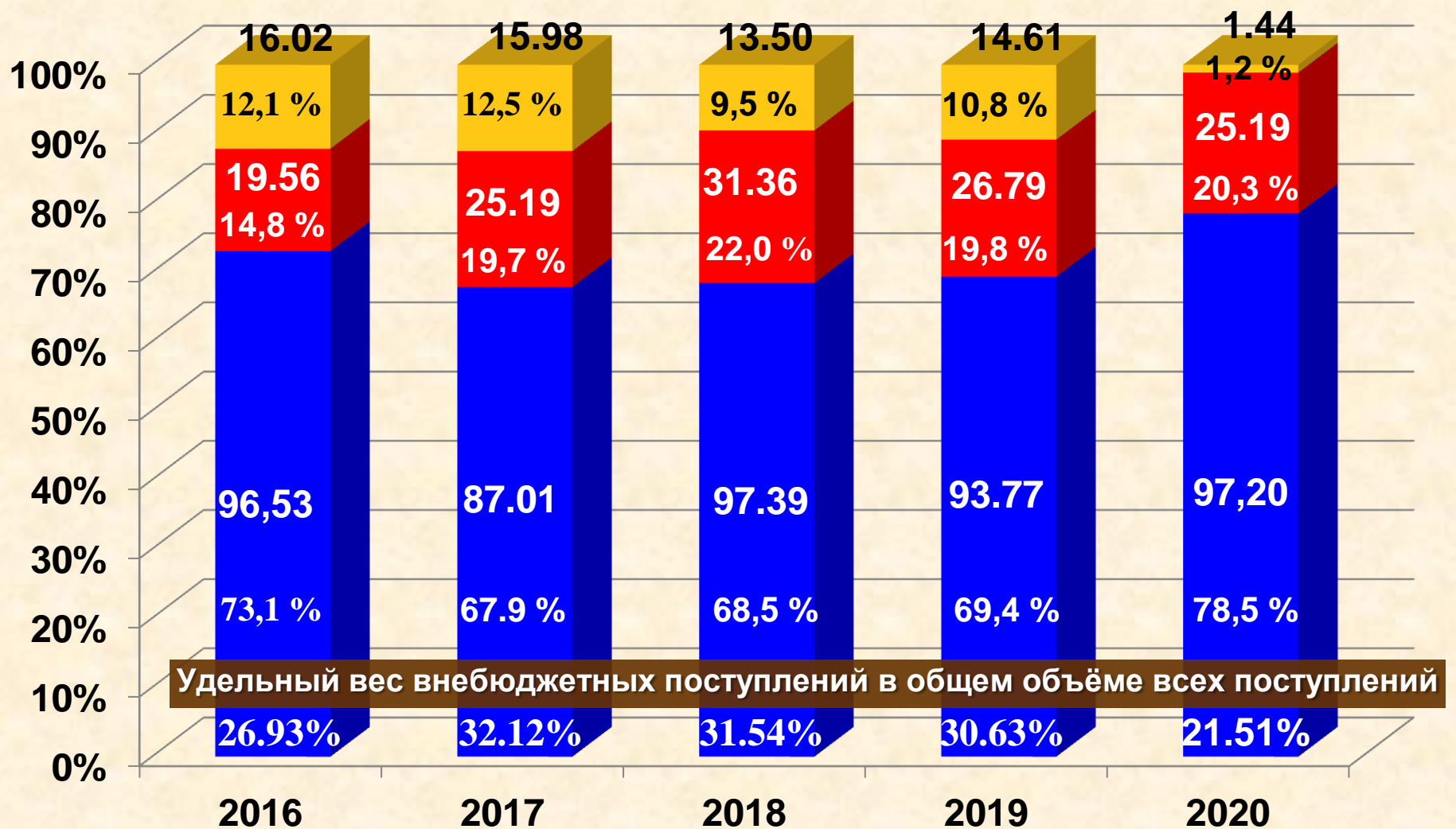


РЕЗУЛЬТАТЫ ПУБЛИКАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Публикации	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Всего публикаций	337	262	351	271	221
Всего статей / на науч. сотрудника	144 / 2,1	128 / 1,8	163 / 2,3	153 / 2,2	130 / 1,8
в зарубежных изданиях	35	22	89	71	67
в российских журналах	109	106	74	82	63
индексируемых в БД WOS	42	62	35	27	34
индексируемых в БД Scopus	50	60	109	79	89
Монографии	1	0	1	0	0
Патенты, программы, БД и др.	11	11	6	4	6
в т.ч. российские патенты	9	9	3	4	6
зарубежные патенты	2	1	0	0	0
ноу-хау (товарный знак)	2	3	3	1	1
Лицензии	1	3	0	1	1



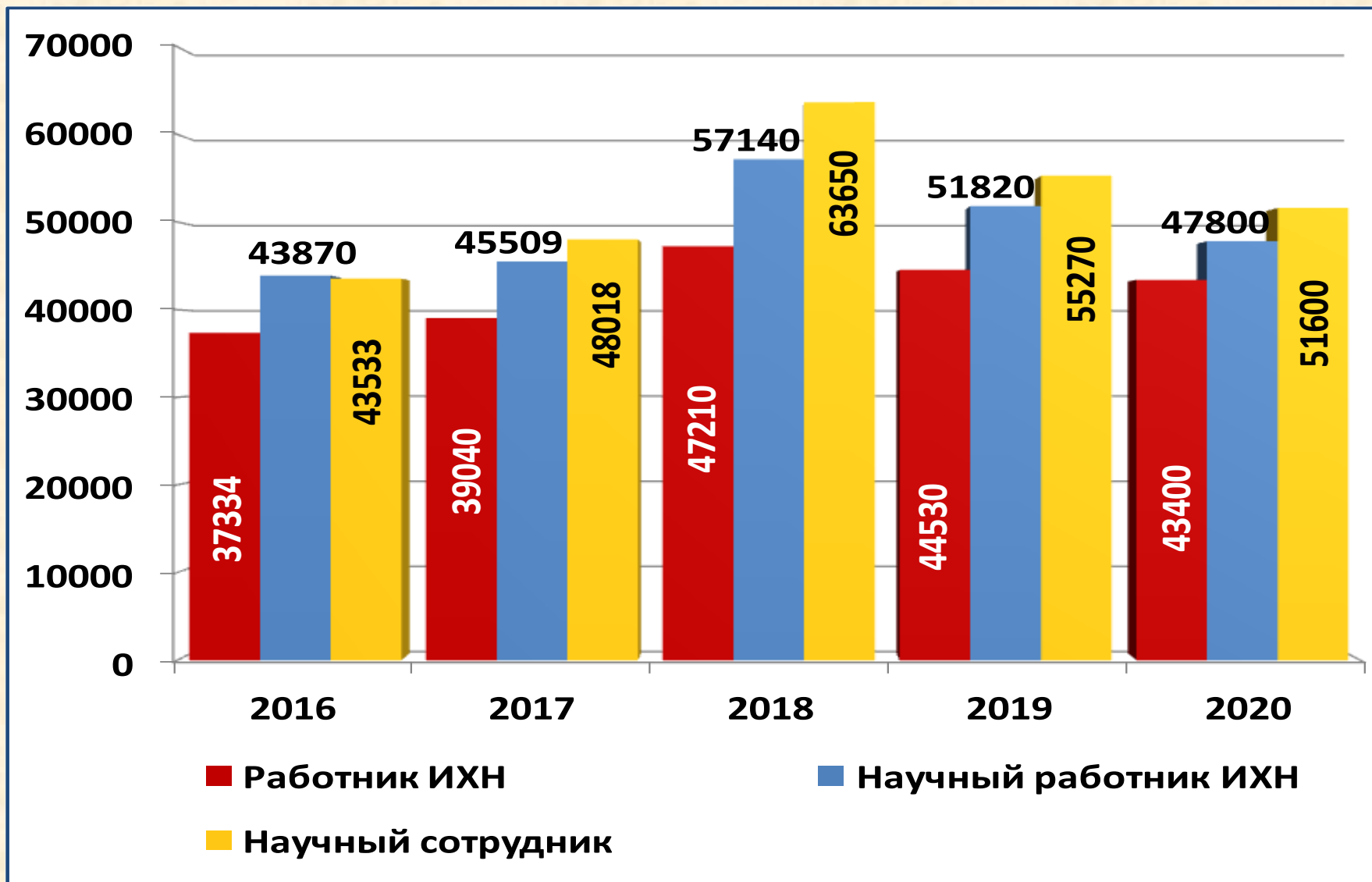
Финансирование НИР (млн. руб.)



■ Основное финансирование ■ Заработанные средства ■ Конкурсное финансирование



Средняя месячная заработная плата работников и научных сотрудников, тыс. руб.



НАУЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ



XI Международная конференция ХИМИЯ НЕФТИ И ГАЗА



28 сентября - 2 октября 2020 г., Томск, Россия

выездная Школа молодых ученых «Science O'Clock» и Конкурс докладов молодых ученых

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

- ▶ **Секция А.** Химия нефти и газа.
- ▶ **Секция В.** Увеличение нефтеотдачи, подготовка, транспорт нефти и газа.
- ▶ **Секция С.** Термические и термокаталитические процессы переработки углерод- и углеводородсодержащего сырья.
- ▶ **Секция D.** Альтернативные методы переработки традиционного и нетрадиционного сырья.

**Конференция посвящена
50-летию юбилею
Института химии нефти
СО РАН**





ПЛАНИРУЕМЫЕ НАУЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

IX Международная конференция ДОБЫЧА, ПОДГОТОВКА, ТРАНСПОРТ НЕФТИ И ГАЗА 27 сентября - 1 октября 2021 года, Томск, Россия

В рамках конференции будут проводится *школа молодых ученых «Проблемы химии нефти и газа»* и *Конкурс докладов молодых ученых*

ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ

- ▶ *Физико-химические и микробиологические методы увеличения нефтеотдачи, газо- и конденсатоотдачи, в том числе для месторождений с трудноизвлекаемыми запасами.*
- ▶ *Новые технологии обработки призабойной зоны нефтяных и газовых скважин.*
- ▶ *Проблемы добычи, подготовки и транспорта высоковязких и высокопарафинистых нефтей, проблемы освоения нефтегазовых месторождений Арктического региона.*
- ▶ *Экологические аспекты добычи, подготовки и транспорта нефти и газа.*
- ▶ *Современные технологии переработки нефтяного и нетрадиционного сырья.*



Спасибо за внимание!

22 titanium	23 vanadium	24 chromium	25 manganese	26 Iron	27 cobalt	28 nickel	29 copper	30 zinc	aluminium
40 zirconium	41 niobium	42 molybdenum	43 technetium	44 ruthenium	45 rhodium	46 palladium	47 silver	48 cadmium	49 indium
72 hafnium	73 tantalum	74 tungsten	75 rhenium	76 osmium	77 iridium	78 platinum	79 gold	80 mercury	81 thallium
104 rutherfordium	105 dubnium	106 seaborgium	107 bohrium	108 hassium	109 meitnerium	110 darmstadtium	111 roentgenium	112 copernicium	113 nihonium
58 cerium	59 praseodymium	60 neodymium	61 promethium	62 samarium	63 europium	64 gadolinium	65 terbium	66 dysprosium	67 holmium
90 thorium	91 protos aktin πρώτος ακτίνος	92 uranium	93 neptunium	94 plutonium	95 americium	96 curium	97 berkelium	98 californium	99 einsteinium