

Арктик-ГЕРС



г. Тверь

Сервисные услуги в области
отбора и исследования керна

ООО «Арктик-ГЕРС»





История

- компания образована в марте 2005 года
- активная деятельность — с июля 2005 года
- учреждена семью физическими лицами

Люди

Совет директоров:

- Топорков В. Г.
- Дузин В.И.
- Лебзин Д. Е.
- Тюстин Ю.Д.

В компании работают более 50 человек, в том числе один доктор наук и четыре кандидата наук

ООО «АРКТИК-ГЕРС»

Россия, 170025,
г. Тверь, пос. Элеватор,
2-ой Переулок, д. 8а

Тел./факс: (4822) 74-42-55,
74-42-56, 74-42-58

Email: office@arctic-gers.ru

Характеристика компании





Заказчики и партнеры

- ООО «Венинефть»
- ООО «Петроресурс»
- ООО «Иркутская нефтяная компания»
- ЗАО «Ойлгазтэт»
- ООО «Нарьянмарнефтегаз»
- ООО СП «Ваньеганнефть»
- ООО «Компания Полярное Сияние»
- ООО «НЕТЕК»
- ООО «Нефтепереработка»
- ООО «Тоталь»
- ЗАО НК «Калмистерн»
- ООО «Печоранефть»
- ЗАО «Самара-НАФТА»
- Hong Kong Oil Gas Limited и др.





География работ







Руководящий состав



Лебзин Дмитрий Евгеньевич

генеральный директор



Топорков Владимир Георгиевич

главный геолог, доктор
геолого-минералогических наук

Аппарат управления





**Ропай
Алексей Григорьевич**

заместитель
генерального директора



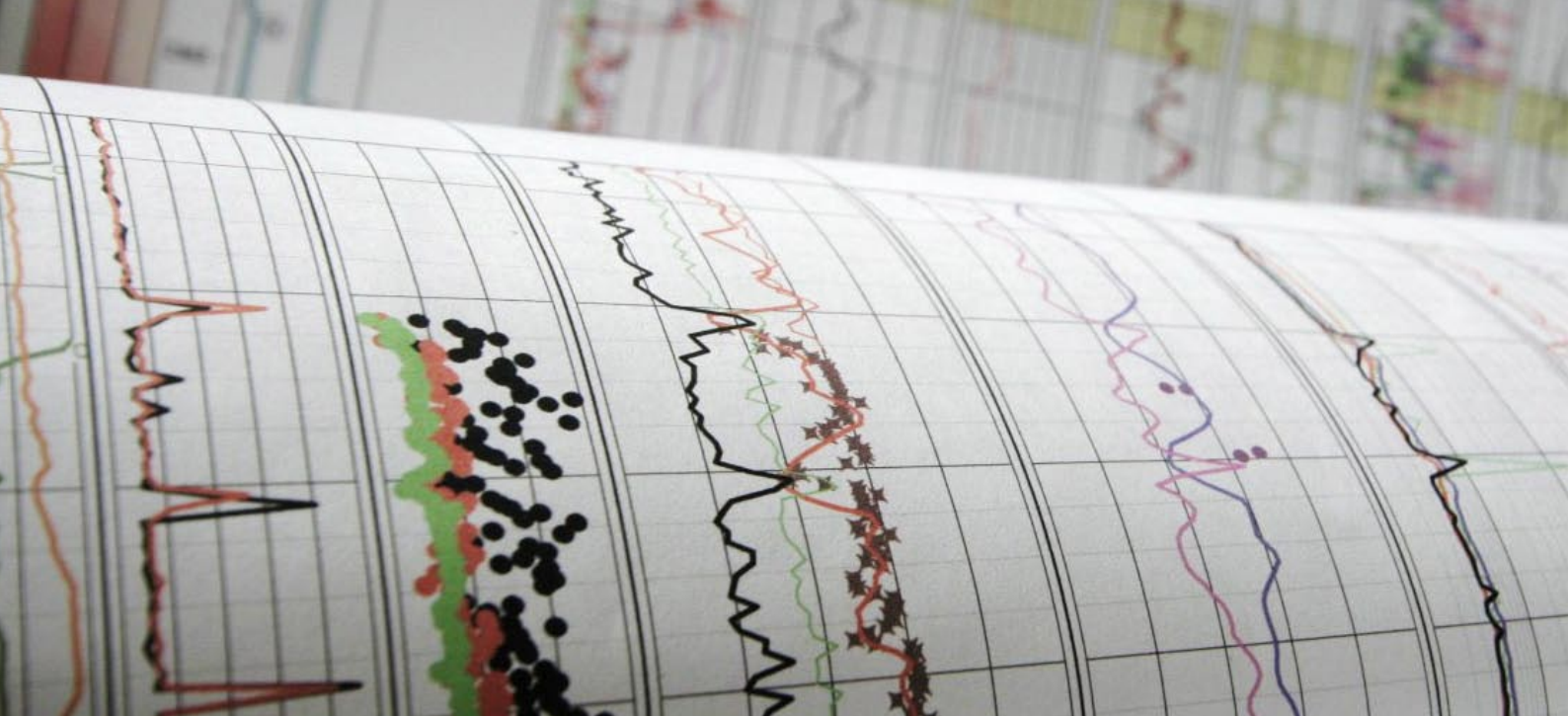
**Концевой
Роман Владимирович**

главный бухгалтер



**Фомина
Марина Николаевна**

заместитель
генерального директора



Отдел петрофизических исследований и обобщения



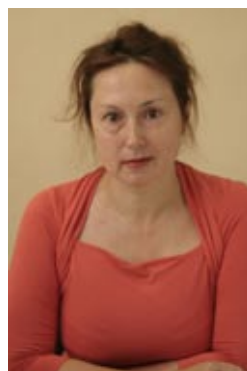
**Рудаковская
Светлана Юрьевна**

начальник
отдела, кандидат техни-
ческих наук



**Орлов
Владимир
Николаевич**

руководитель
группы петрофи-
зических иссле-
дований керна,
кандидат геолого-
минерало-
гических наук



**Ермакова
Елена
Юрьевна**

руководитель
группы комплекс-
ного анализа и
обобщения



**Богданов
Александр
Викторович**

руководитель
группы камераль-
ной подготовки
керна

**Отдел разработки
новых технологий**



**Грачёв
Алексей
Григорьевич**

начальник
отдела

**Отдел компьютерных
технологий**



**Ермаков
Александр
Дмитриевич**

начальник
отдела

**Отдел сервисных
услуг в скважинах**



**Симоненко
Сергей
Анатольевич**

начальник
отдела

**Отдел геологического
моделирования
и подсчета запасов**



**Постников
Евгений
Васильевич**

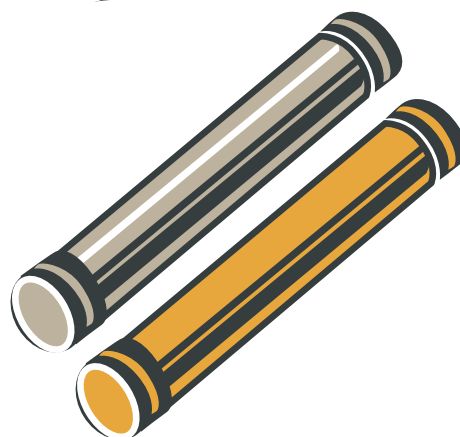
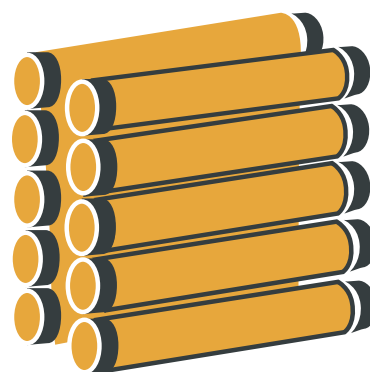
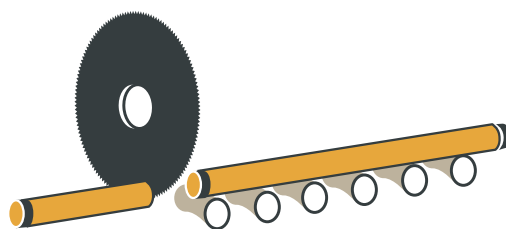
начальник
отдела, кан-
дидат геолого-
минерало-
гических наук

Отбор керна, транспортировка, хранение



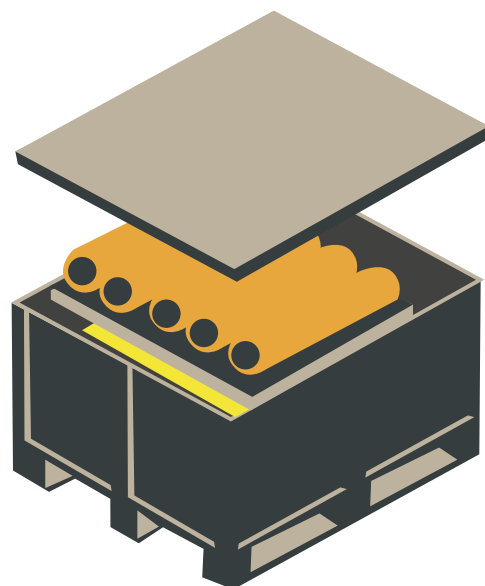
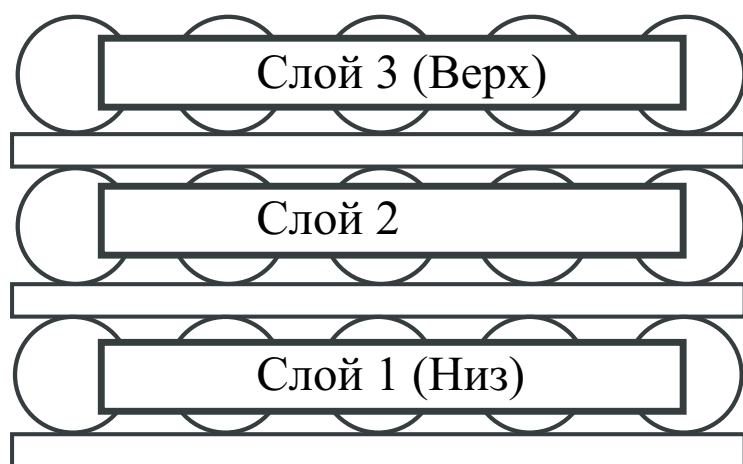


Отбор керна проводится снарядами типа Security DBS Drillbits в одно-разовые фибerglassовые или алюминиевые внутренние трубы. Технология отбора обеспечивает практически стопроцентный вынос керна.



В дальнейшем труба служит контейнером при транспортировке керна.

Для транспортировки слабосцементированного и неконсолидированного керна используется специальная технология со стабилизацией и замораживанием керна или с применением контейнера, позволяющего сохранить структурные особенности поднятой породы.



Кернохранилище обеспечивает удобный доступ для работы с керном и позволяет вести компьютерный учет перемещений керна.



Обоснование геологического строения месторождения



Первичное документирование керна:

- очистка, реконструкция, маркировка керна;
- макроописание;
- плотностной, гамма-каротаж и профильное определение проницаемости с шагом 10 см;
- фотографирование в белом и ультрафиолетовом свете колонки и торцов полноразмерного керна.

Литологические исследования:

- рентгеноструктурный анализ с определением общей минералогии породы, выделение глинистой составляющей, количественное и качественное определение;
- комплексное петрографическое изучение по шлифам;
- ситовый анализ.

Геология резервуара:

- выделение и характеристика литотипов;
- определение соотношения и распределение литотипов в разрезе;
- циклостратиграфический анализ и расчленение разреза;
- литофациальный анализ, реконструкция условий осадконакопления и развития постседиментационных процессов;
- характеристика пустотного пространства, типизация пород коллекторов и флюидоупоров;
- закономерности распределения и формирования коллектора;
- анализ структуры порового пространства по пропитанным шлифам.



*Спектрометрический и плотностной
каротаж на колонке керна*



Фотографирование колонки керна в дневном...



...и ультрафиолетовом свете



*Профиль проницаемости
на колонке керна*

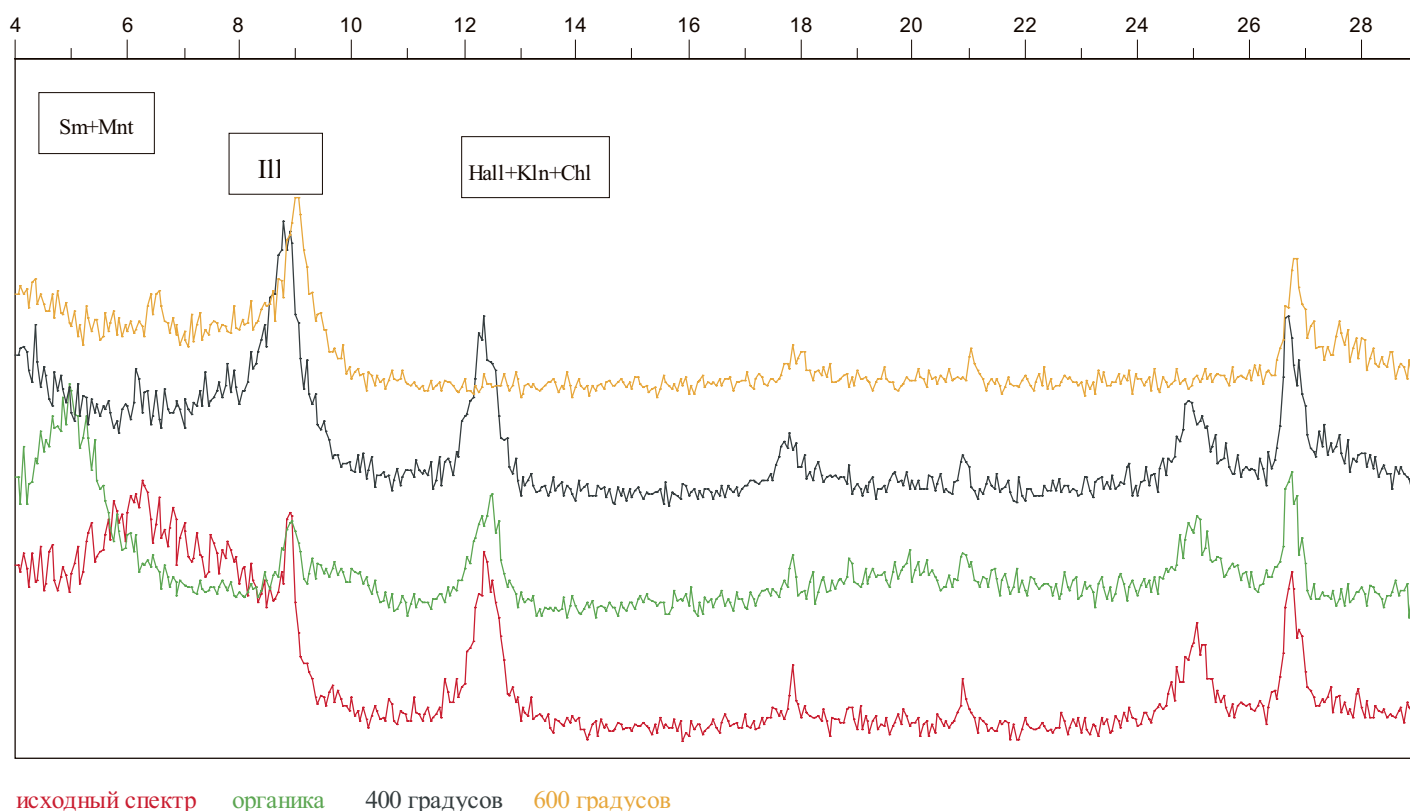


*Макроописание по продольному
срезу колонки керна*

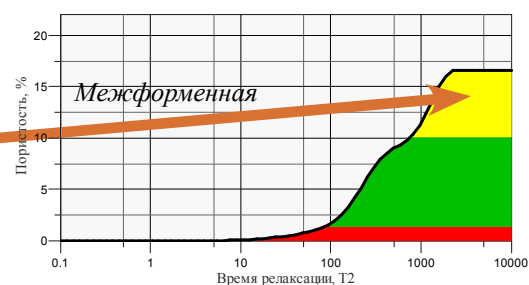
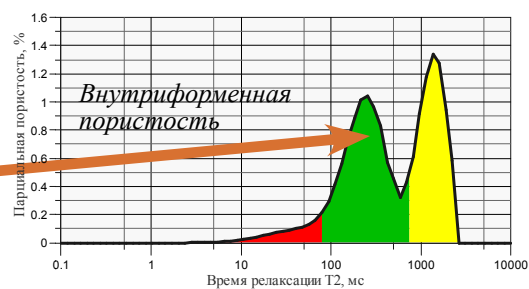
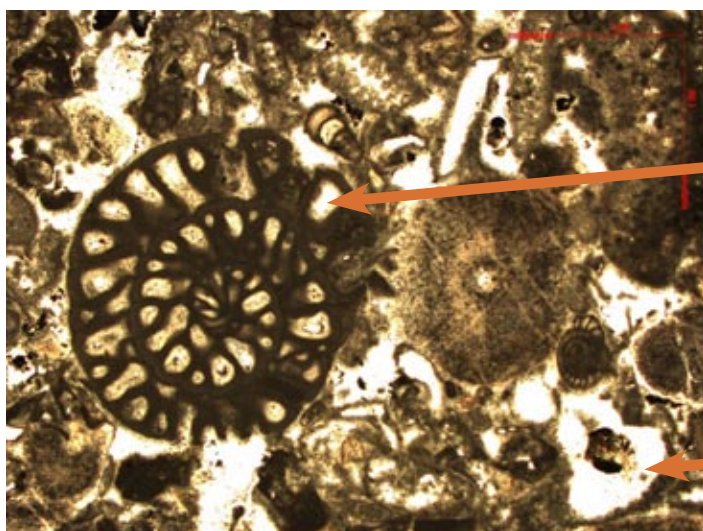


*Рентгеноструктурный анализ:
общий минералогический и минералогии глин*

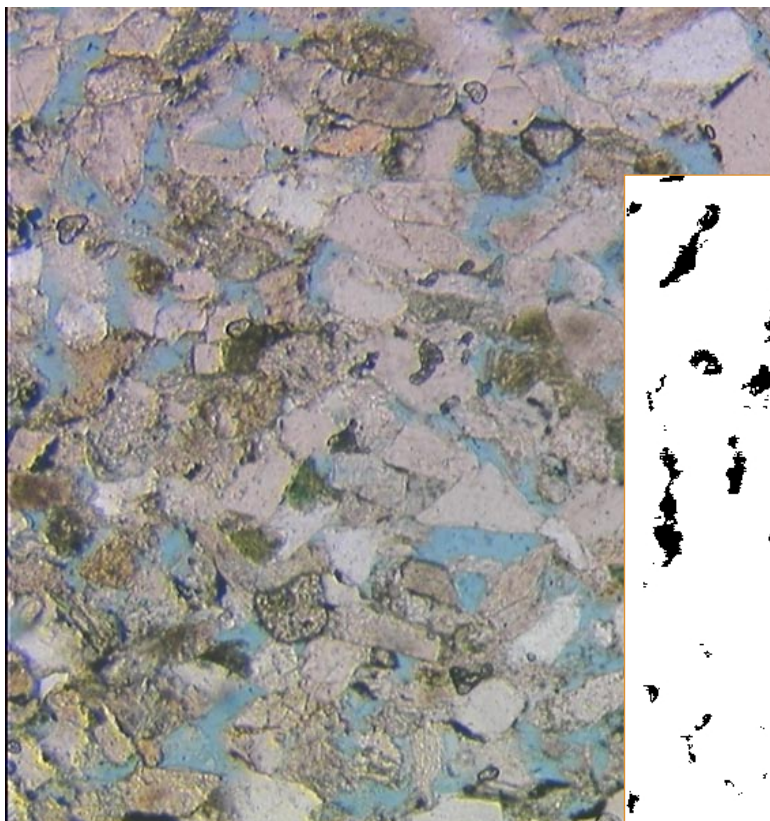
Обоснование геологического строения месторождения



*Измерение спектра при разных условиях подготовки
препарата – насыщение гликолями, термообработка при 400°C и 600°C*



*Крупные раковины фораминифер и членики криноидей в известняке органо-генно-обломочном фораминиферово-водорослевом (грейнстоуне). Без анализатора.
Слева — фото шлифа, справа — спектры ЯМР*



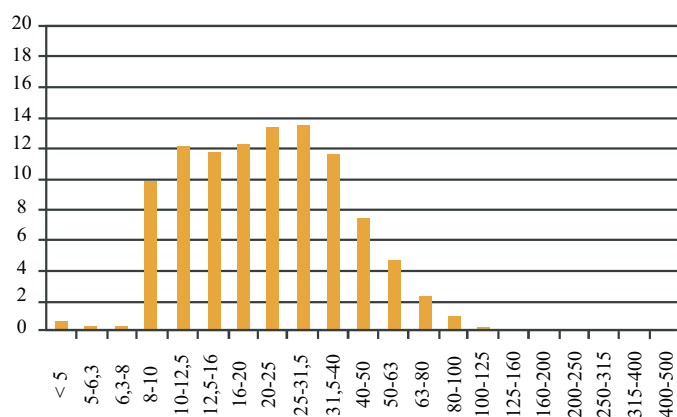
Петрографическое изучение.
Демонстрация метода
имидж-анализа



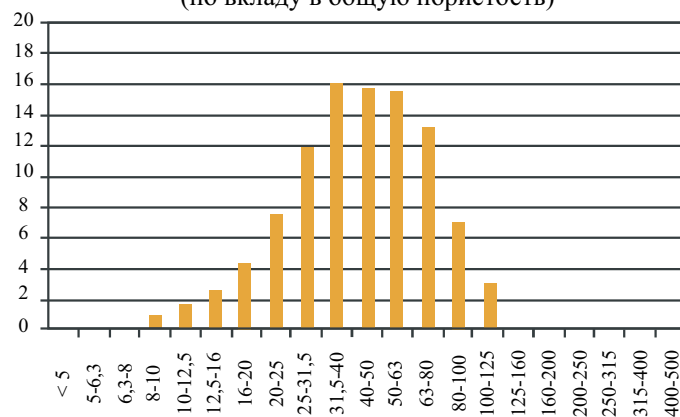
Фото шлифа до обработки

Фото шлифа после обработки

Распределения пор по количеству



Распределения пор по размерам
(по вкладу в общую пористость)

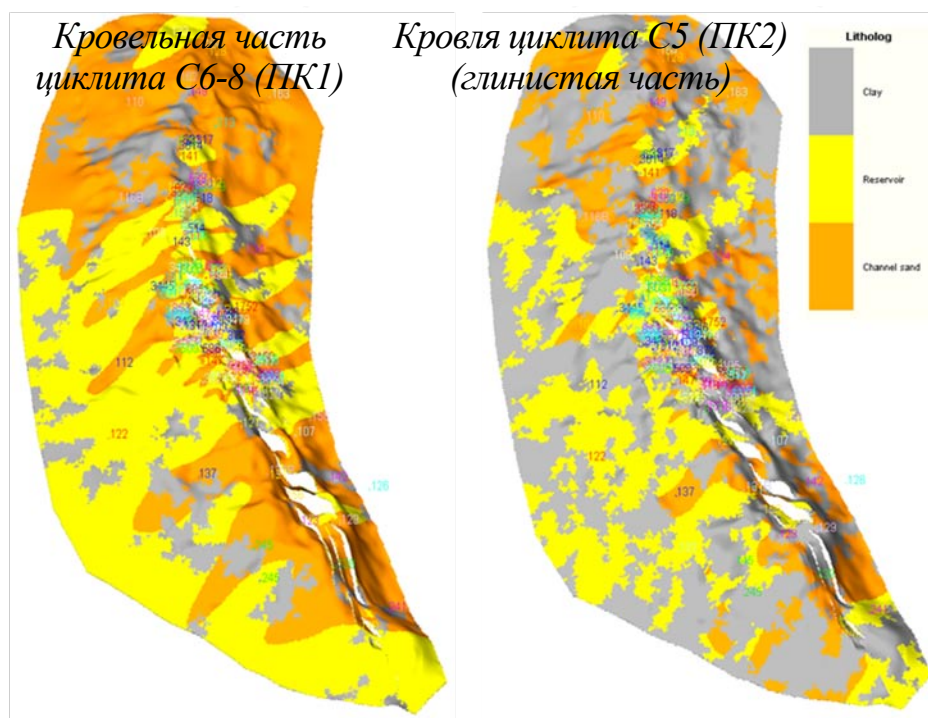




Геологическое моделирование с использованием современных программных средств



Биостратиграфия. Полученные результаты должны позволять проводить литологическое расчленение разреза и межскважинную корреляцию разреза. Используются для создания геологической модели строения залежи.



Куб литологии строился по трем литотипам:

- **Channel sand** — коллектор, представляющий седиментационные каналы;
- **Reservoir** — коллектор;
- **Clay** — неколлектор.

Коллектор пласта ПК2 сильно расчленен по площади и по разрезу.

Результаты геологического моделирования. По результатам литофациального анализа и на основе структурных построений создается 3D-куб литологии

**Физико-литологическая характеристика
коллекторов и покрышек.**

Петрофизическая основа интерпретации материалов ГИС



Подготовка образцов:

- отбор и выпилка полноразмерных и стандартных образцов параллельно и/или перпендикулярно напластованию;
- продольная распиловка керна;
- экстракция.

Стандартные исследования на цилиндрах диаметром 30 мм**Исследование полноразмерного керна, включая работы в условиях, моделирующих пластовые****Специальные исследования:**

- определение смачиваемости по Аммоту;
- проницаемость по модели пластовой воды и нефти в пластовых условиях; определение остаточной водонасыщенности методом полупроницаемой мембраны и УЭС при переменной насыщенности;
- определение влияния давления на глубине залегания на пористость, проницаемость, электрические и акустические свойства породы;
- определение диффузионно-адсорбционной активности;
- ртутная порометрия;
- исследование продольных и поперечных волн;
- эффективная проницаемость при эффективном давлении;
- определение внутризерновой пористости.



При выбуривании стандартных цилиндрических образцов в качестве промывочной жидкости используются вода и керосин, в слабосцементированных породах или породах, содержащих в скелете водорастворимые соли, — жидкий азот



Исследования выполняются как на образцах стандартных российских размеров ($d=30$ мм), так и на цилиндрах диаметром 1 и 1,5 дюйма по стандартам АНИ и на полноразмерном керне диаметром до 110 мм

ЯМР исследования:

- определение общей пористости, пористости глин, капиллярно-связанной и эффективной пористости;
- методикой пересчета сигнала ЯМР в распределение пор по размерам и обоснование граничных значений времени релаксации для расчета остаточной воды и эффективной пористости.

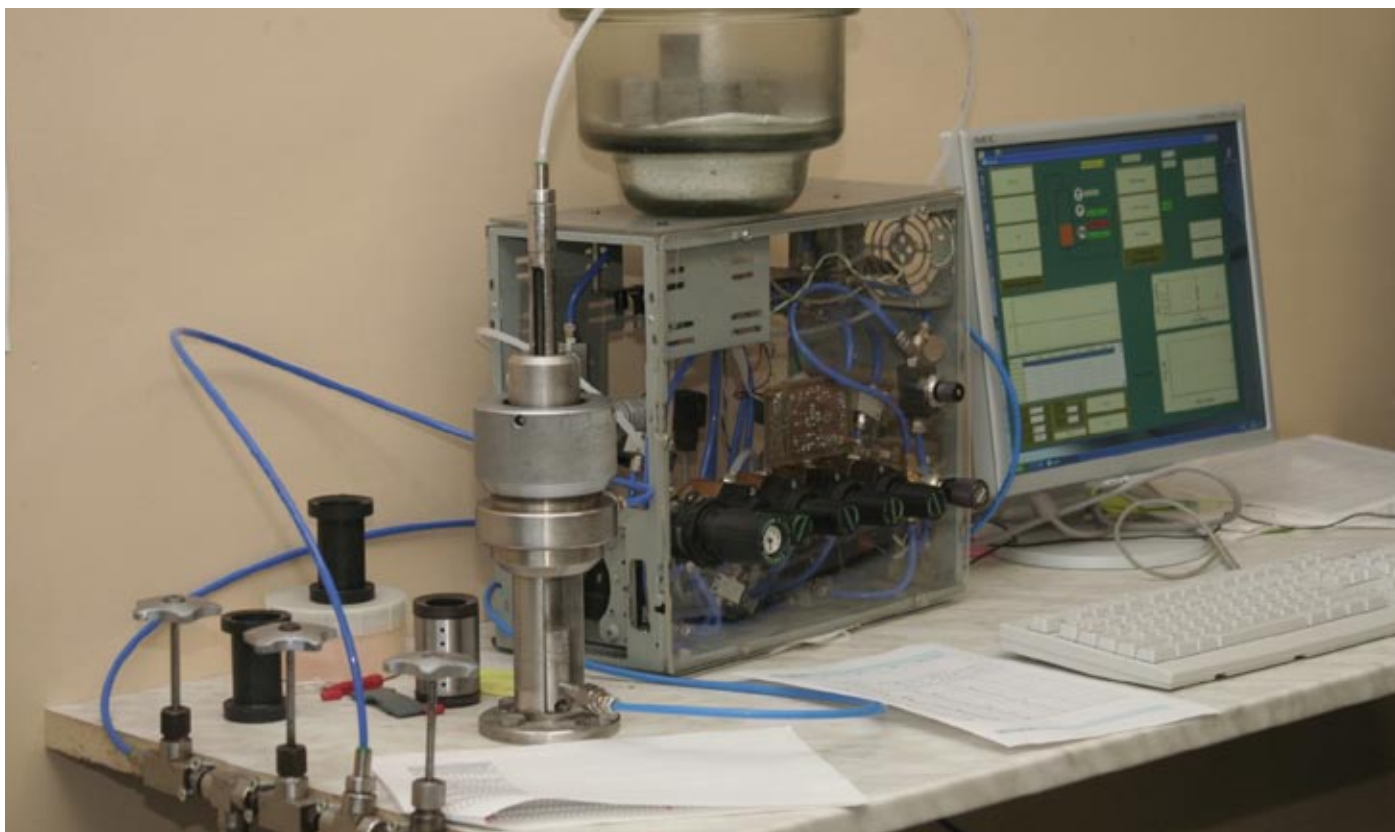
Работы с неконсолидированным и слабосцементированным керном по низкотемпературной технологии

Исследование шлама:

- фотографирование шлама в белом и ультрафиолетовом свете;
- оценка общей и спектральной гамма-активности;
- описание;
- ситовый анализ;
- оценка минералогической плотности по гелию;
- определение минералогического состава методом рентгеновской дифрактометрии;
- определение пористости.



Многоступенчатое экстрагирование керна с применением спиртобензольной смеси, хлороформа, хлористого углерода — до полной очистки от углеводородов



Аппаратурный программно-управляемый комплекс позволяет измерять проницаемость горных пород при эффективном давлении обжима с перепадами давления от 10^4 МПа до 1 МПа на нескольких режимах (с автоматическим учетом поправки Клинкенберга)



Определение пористости методом гидростатического взвешивания



Пористость. Наряду с традиционным методом определения — методом гидростатического взвешивания — при массовых определениях применяется аппаратура «Экспрессор 2000», основанная на использовании закона Бойля-Мариотта



Полный комплекс исследований на образцах полноразмерного керна диаметром 100 мм: ФЭС, физические свойства ΔT , УЭС, ΔK_n , K_n , $K_{во}$



Аппаратура для исследования образцов в условиях, моделирующих пластовые, позволяет измерять сжимаемость, удельное электрическое сопротивление, акустические свойства при давлении до 200 МПа и температуре до 150°C



Оценка насыщенности пласта в ультрафиолетовом спектре дает информацию о распределении насыщающих флюидов во вскрытом разрезе



Снятие кривых «капиллярное давление — насыщенность». Групповые капилляриметры с давлением прорыва полупроницаемых мембран до 1.5 МПа. Одновременно может загружаться до 300 образцов стандартного размера или до 27 образцов полного размера $d=100$ мм



Ядерно-магнитная релаксация используется для комплексного изучения керна. Работы проводятся на сертифицированной аппаратуре «Corespec 1000» и на отечественной аппаратуре разработки «Нефтегазгеофизики»

Специальные исследования



Обоснование параметров для разработки гидродинамической модели залежи и ТЭО КИН

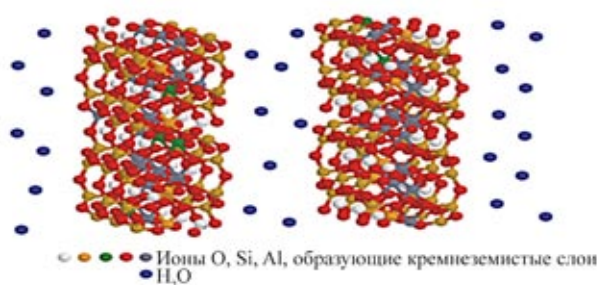
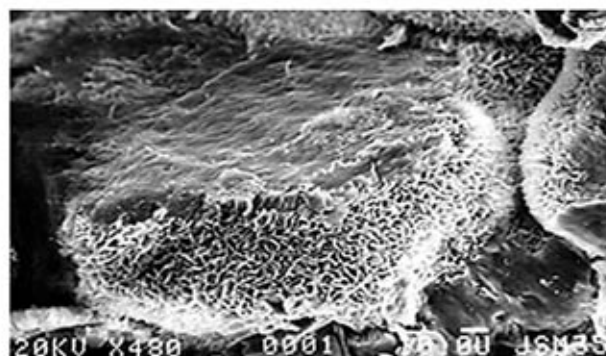
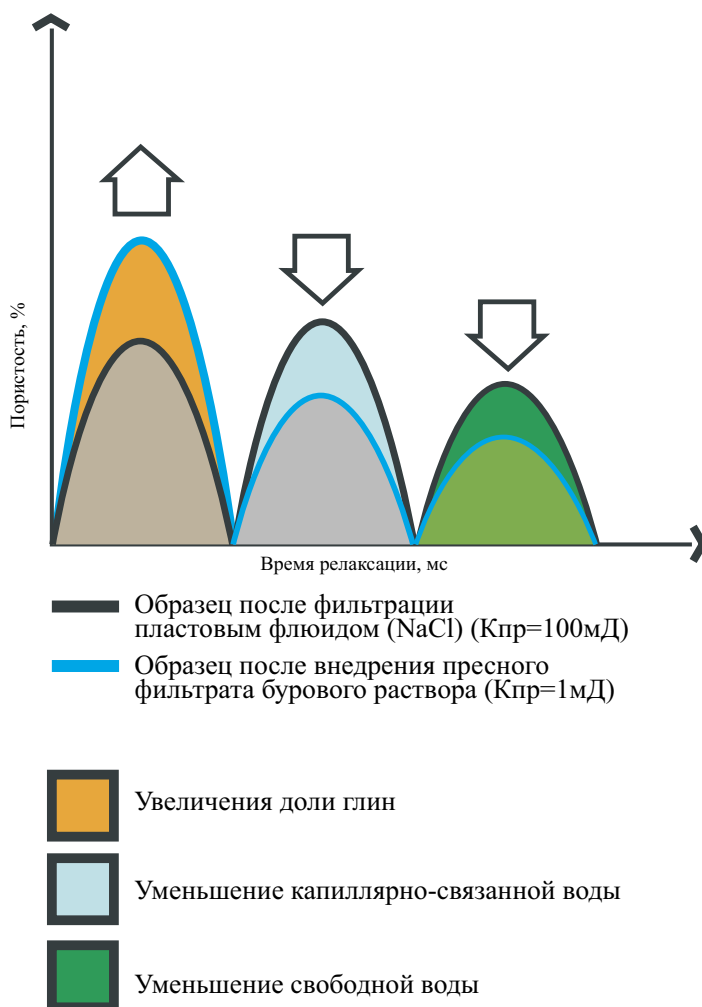
- Относительные фазовые проницаемости, коэффициент вытеснения, прямое капиллярное дренирование, оценка нарушений эксплуатационных характеристик нефтяного пласта при первичном вскрытии.

- Специальные исследования на керне, позволяющие получить данные по эксплуатационным характеристикам продуктивных пластов, в т. ч. данные о воздействии буровых растворов на эксплуатационные качества пласта при первичном вскрытии.

- Фазовые проницаемости в системе «нефть-вода» и «газ-вода», моделирование коэффициента вытеснения.

- Воздействие буровых растворов на минеральную часть скелета, разбухание глин, диспергирование глин и взаимодействие фильтратов с флюидами системами, насыщенными пласт. На рисунке справа показано, что происходит с пластом, содержащим набухающие минералы глин, при первичном вскрытии с внедрением пресного фильтрата бурового раствора.

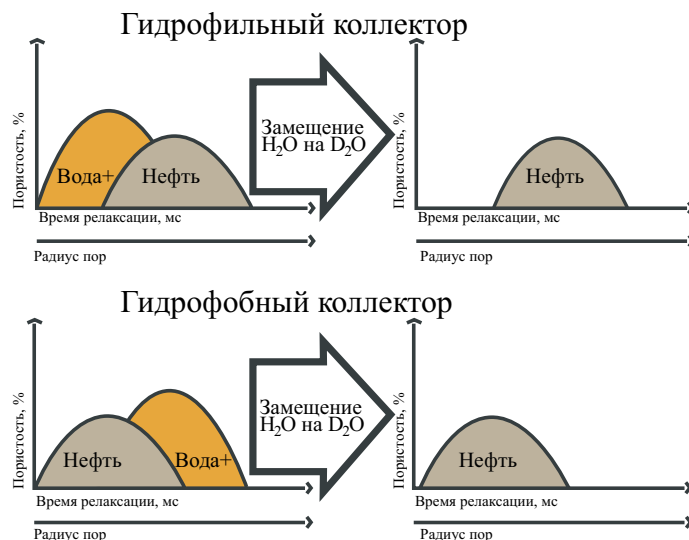
Для этого используются как относительно простые процессы исследования — прямое капиллярное дренирование в системе «нефть-вода» и обратное в системе «вода-нефть», которые получили широкое распространение практически во всех зарубежных нефтяных лабораториях, так и самые современные технологии исследования





Использование естественных природных сил позволяет смоделировать процессы, происходящие при эксплуатации нефтяного пласта, замещение и движение флюидов при заводнении

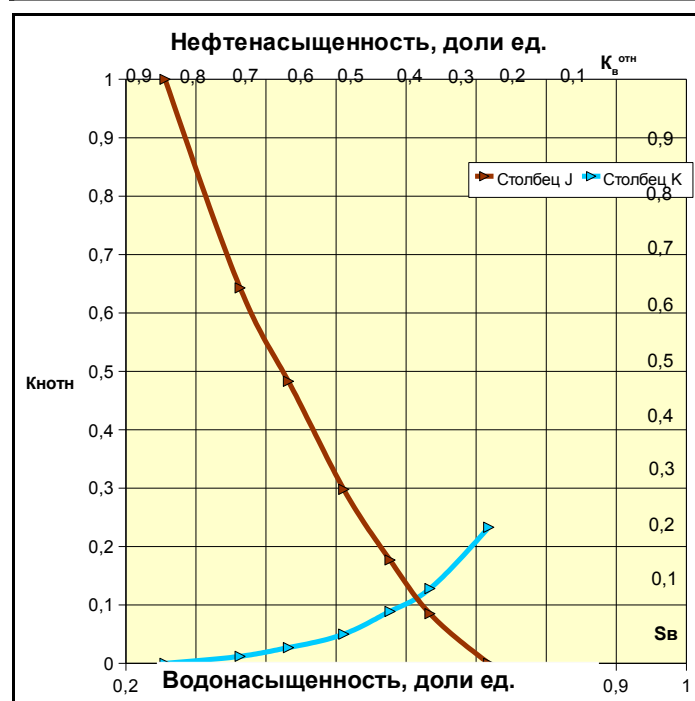
с применением ЯМР и дейтерия (D_2O). Замещение обычной воды (H_2O) в образце исследуемой породы коллектора на тяжелую (D_2O) приводит к потере части спектра, связанного с водой, и остается только часть спектра, которая обусловлена нефтью. Распределение нефти и воды в породе позволяет судить о степени гидрофобности коллектора и потенциале пласта по фильтрации нефти.



Исследование фазовых проницаемостей и коэффициентов вытеснения проводятся на установке нового поколения, позволяющей контролировать и визуализировать на экране динамику процесса фильтрации флюидов через колонку керна в режиме реального времени

Результаты определения ОФП в системе «нефть-вода» на модели пласта

№ режима	Доля флюида в потоке, %		Насыщенность, доли ед.		Фазовая проницаемость, $мкм^2 \cdot 10^{-3}$		Относительная фазовая проницаемость, доли ед.	
	нефть	вода	нефть	вода	нефть	вода	нефть	вода
1	0	100	0	1	0	141,33		
2	100	0	0,74	0,26	88,27	0	1	0
3	90	10	0,64	0,36	56,76	1,06	0,64	0,01
4	75	25	0,57	0,43	42,63	2,38	0,48	0,03
5	50	50	0,49	0,51	26,3	4,41	0,3	0,05
6	25	75	0,42	0,58	15,62	7,86	0,18	0,09
7	10	90	0,37	0,63	7,5	11,3	0,09	0,13
8	0	100	0,28	0,72	0	20,57	0	0,23



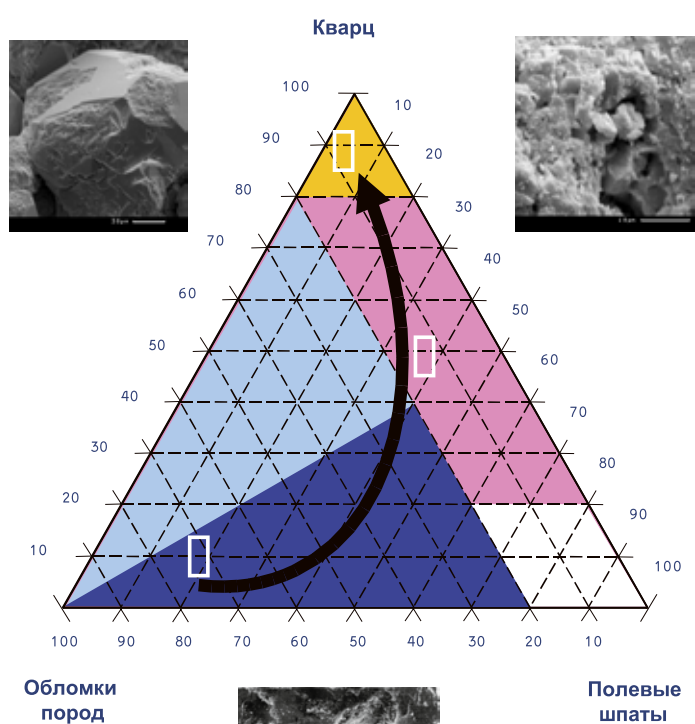
Новые технологии



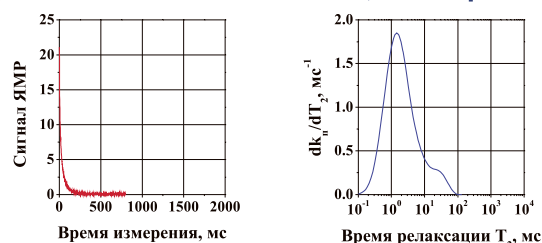
В Арктик-ГЕРС успешно ведутся разработки новых технологий по исследованию керн. Развитие теоретических основ применения метода ЯМР создало потенциал для реализации его возможностей на практике.

Технологии с использованием метода ядерно-магнитного резонанса позволяют получать прямым методом информацию, ранее недоступную или получаемую с помощью косвенных методов: сведения о содержании подвижных флюидов в пласте; распределении пор по размерам; количестве воды, связанной с глинистым цементом; о распределении флюидов, насыщающих пласт в зависимости от размеров пор в фобных и фильных коллекторах; о величине эффективной пористости в пласте; о вязкости подвижной нефти в керне.

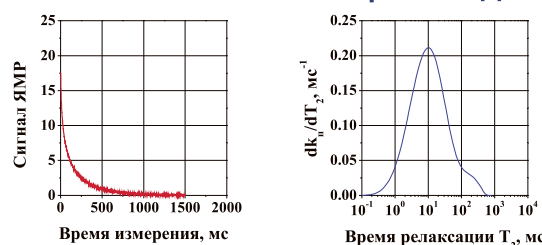
Соответствующий опыт проведения работ по тематике ЯМР в Западной Сибири и других регионах позволяет сделать выводы об очень высокой эффективности метода как инструмента, позволяющего получать объективные данные о литофациальных, физических и фильтрационно-емкостных характеристиках разреза, вскрываемого скважиной.



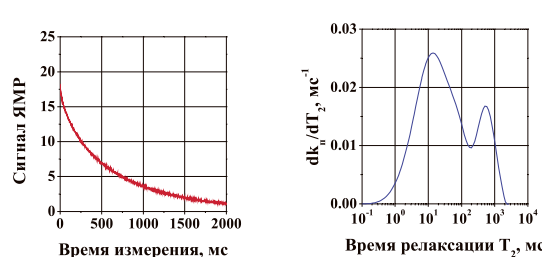
Граувакка. Кайнозой. $K_p = 21,6 \%$ $K_{пр} = 12$ мД



Аркоз. Мезозой. $K_p = 18 \%$ $K_{пр} = 80$ мД

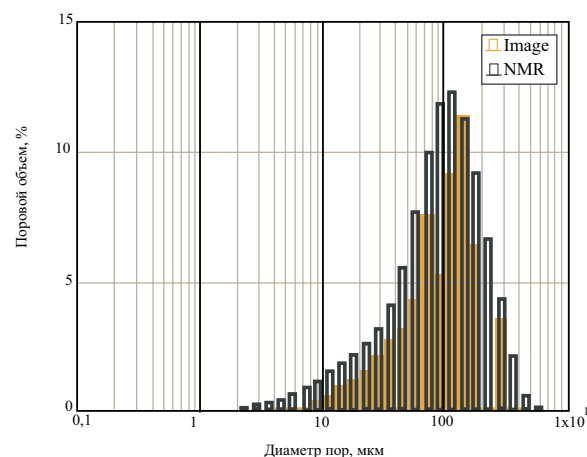


Кварц. Палеозой. $K_p = 18 \%$ $K_{пр} = 462$ мД



На рисунке приведены типичные кривые спектров ЯМР для песчаников Западной Сибири по мере их зрелости. Очень четко прослеживается тенденция увеличения времени релаксации T_2 от 100 до 1000 мс и более с возрастом породы, т. е. с уменьшением мелкодисперсных частиц за счет преобразования количества неустойчивых минералов в скелете породы. Разрушение обломков эффузивов и преобразование набухающих минералов глин в устойчивые формы приводит к уменьшению связанной воды в коллекторах и существенно меняет их фильтрационно-емкостные свойства, что очень четко отражают спектры ЯМР

ЯМР – единственный метод в геофизике, позволяющий получать характеристику размеров пор в нефтяном пласте. Сопоставление данных имидж-анализа прозрачных шлифов и распределения пор по размерам, полученным по результатам обработки релаксационных кривых ЯМР, дают представление о сопоставимости результатов.



Проблема неконсолидированного керна

Значительные разведанные и перспективные запасы нефти и газа содержатся в слабосцементированных и неконсолидированных верхнемеловых (сеноманских) отложениях Западной Сибири, в неогеновых и миоценовых отложениях шельфа острова Сахалин и в других районах. Особенностью этих отложений является низкая механическая прочность, затрудняющая отбор керна с сохранением его естественной структуры и оценку параметров при лабораторных исследованиях. По своей природе коллекторы, приуроченные к этим отложениям, очень высокочемкие и высокодебитные, при этом оценка параметров в них, как методами ГИС, так и по керну, вызывает очень большие затруднения. Это определяет актуальность разработки методов и средств для изучения коллекторов, сложенных слабосцементированными и неконсолидированными горными породами. В Арктик-ГЕРС в полном объеме реализована низкотемпературная технология обработки керна. И она продолжает совершенствоваться.



Использование криогенной цистерны 5 м³ позволяет заморозить до 100 м рыхлого керна

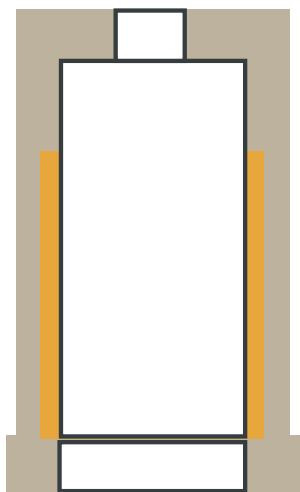
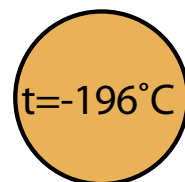
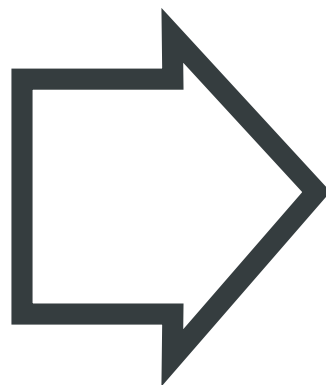
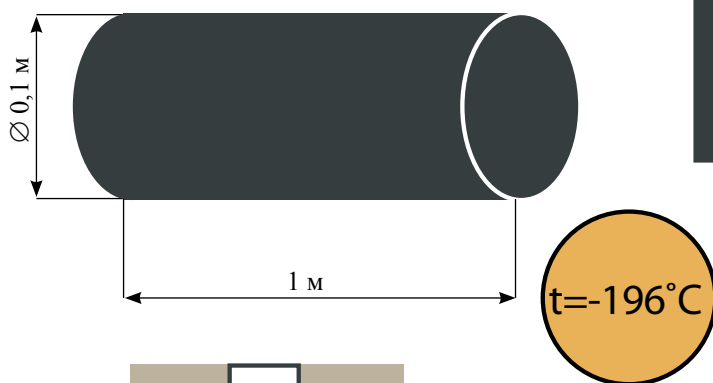


Выбуривание стандартных цилиндрических образцов в жидком азоте

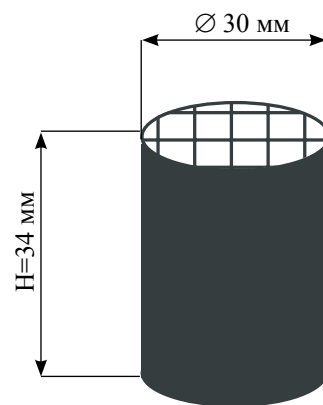
Низкотемпературная технология отбора керна

Привязка керна к разрезу
Места отбора образцов
для исследования

ГК на колонке керна



манжета
из фторопласта



Стандартный
образец

Специализированная коронка
для выбуривания в жидком азоте

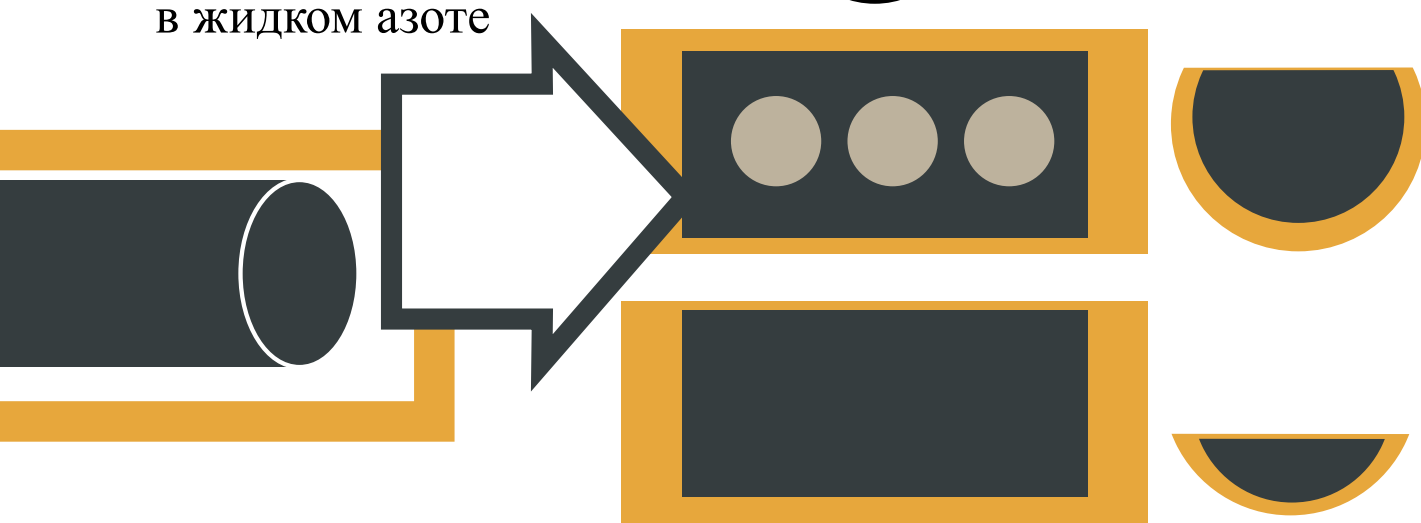
Подготовка образцов стандартных
размеров для проведения анализов



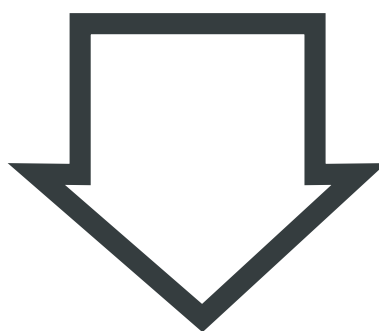
Петрофизические исследования

Замораживание
в жидком азоте

$t = -196^{\circ}\text{C}$



Разрезание керна и выбуривание
образцов в жидком азоте



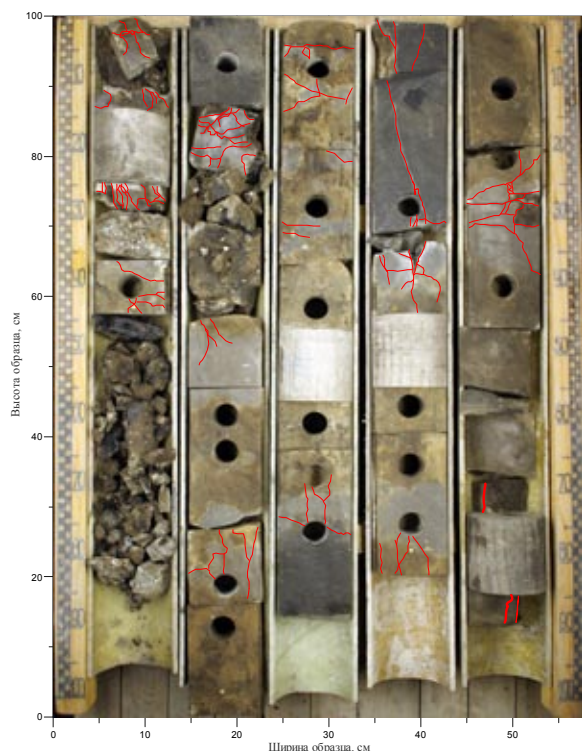
Фотографирование в белом и
ультрафиолетовом свете

Трещинная пористость

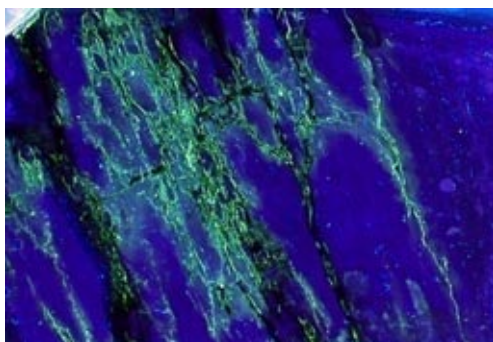


Современные технологии отбора керна позволяют поднимать керн из зон дробления и зон трещиноватости

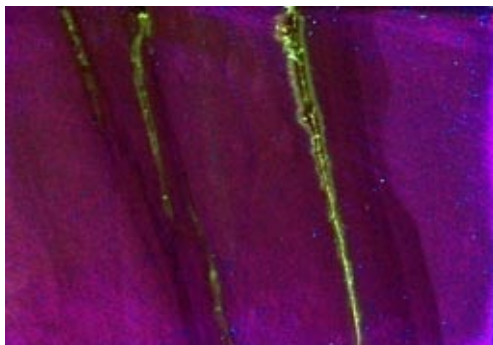
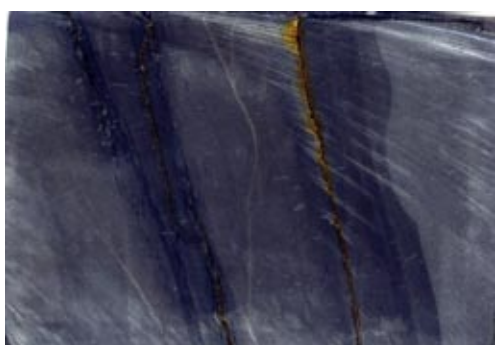
Современные средства обработки цифровых изображений и сканобразов существенно расширили возможности оценки таких характеристик, как количественная оценка емкости трещин, доля трещинной пористости в общей пористости пласта. Вместе с тем они дают возможность провести анализ распределения и количественную оценку каверновой пористости. Обработка томографических изображений сделала возможным визуализировать степень неоднородности коллектора в результате постседиментационных процессов на стадиях эпигенеза и катагенеза, что дает возможность количественно оценить вклад доли вмещающих пород в объеме коллектора.



Для оценки микротрещиноватости и трещинной пористости использован сервис разработанной программы «Сапфир», позволяющий протрассировать трещины в виде линий и полигонов на сканобразе или фото образцов. На этой основе можно оценить объем пустотного пространства, связанного с микротрещиноватостью



Индикатор Флуорес-
цеин Na (Уранин А)
используется в целях
изучения трещинова-
тости объектов, для
выявления прохожде-
ния флюоресцирую-
щего раствора по
микро- и макротре-
щинам исследуемой
породы

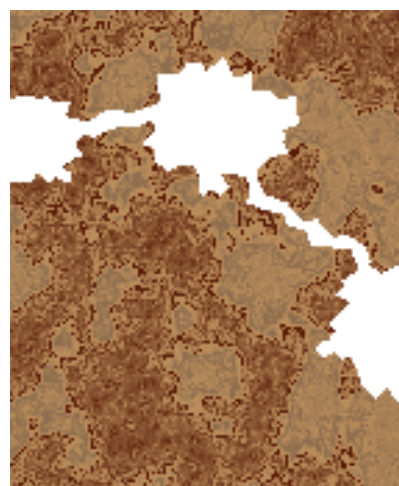
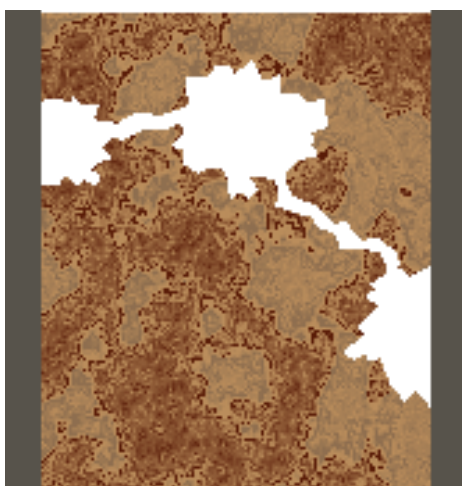


Каверновая пористость

Экстракция

Общая пористость
газоволюметрическим
методом ($K_{поб}$).
Образец в манжете

Межзерновая по-
ристость методом
гидростатического
взвешивания (K_n)



$$K_{поб} = \frac{V_{пор}}{V_{внеш} - V_{манж}}$$

$$K_n = \frac{P_3 - P_1}{P_3 - P_{гид}} \cdot \frac{\gamma_{жид}}{\gamma_{жид}}$$

$$K_{пкав} = K_{поб} - K_n$$

Издатель
Издательство «СК-Россия»

Президент
И. Ю. Слободянюк
Главный редактор
А. Ф. Сухановский
Художественный редактор
Д. В. Бегун
Литературный редактор
Т. С. Попова

Россия, 163045, г. Архангельск, ул. Гагарина, д. 8, корп. 1,
телефон/факс: (8182) 62-61-58, 62-61-64
E-mail: info@sk-russia.ru
www.sk-russia.ru

Подписано в печать 01.02.2009 г. Формат 210x297.
Бумага LumiArt Silk. Гарнитура Тахома.
Печать офсетная. Тираж 1000 экз.
Отпечатано в типографии Oy ScanWeb, Финляндия.

