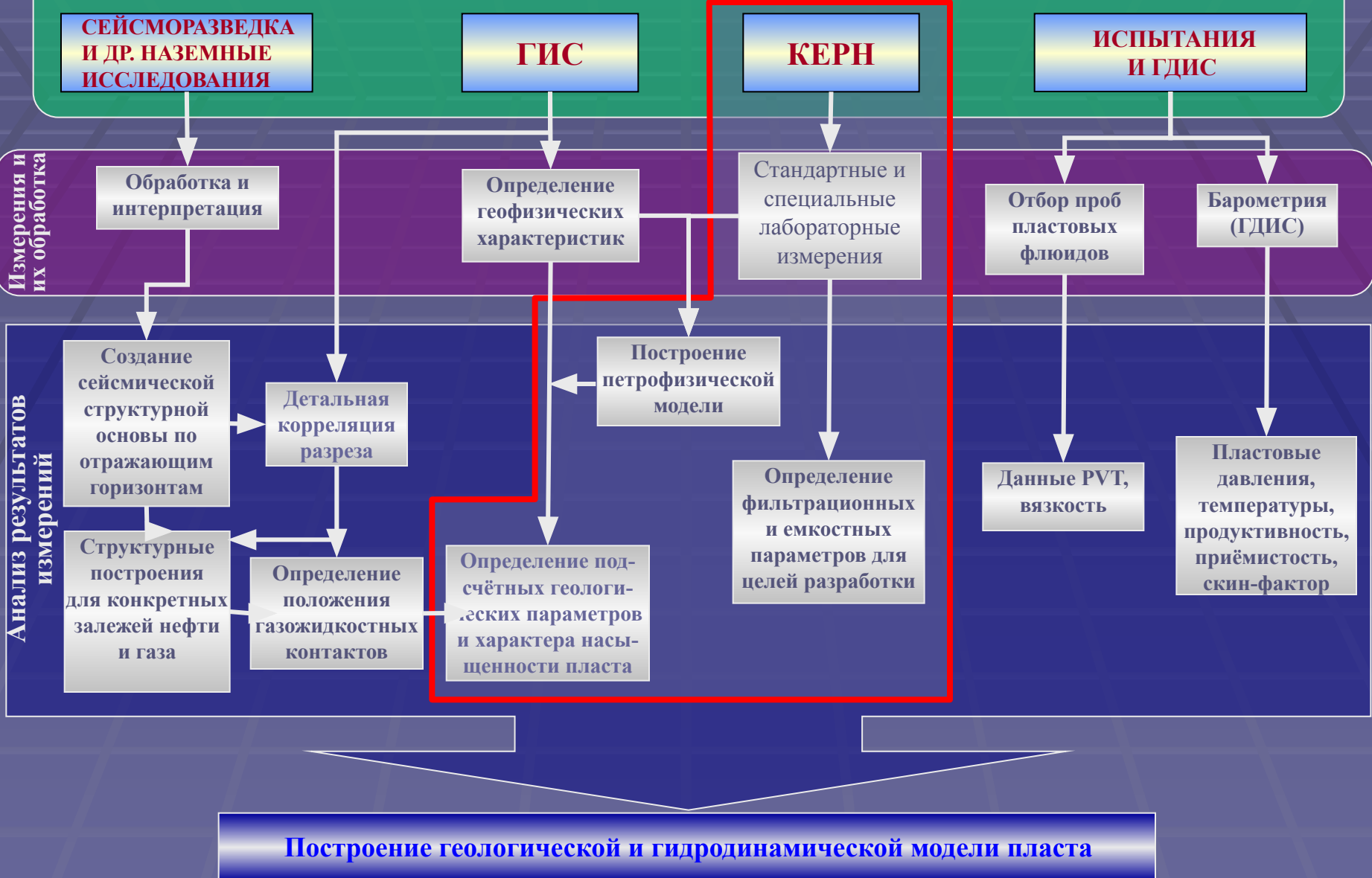


Исследования керна на современном этапе геологоразведочных работ

Дзюбло Александр Дмитриевич,
д.г.-м.н., проф.

Роль и место геолого-геофизических исследований в процессе моделирования нефтегазовых месторождений

Виды геолого-геофизических исследований



Отбор и исследование керна на различных этапах поисково-разведочных работ и разработки месторождения

КЕРН

Отбор керна

Лабораторные измерения

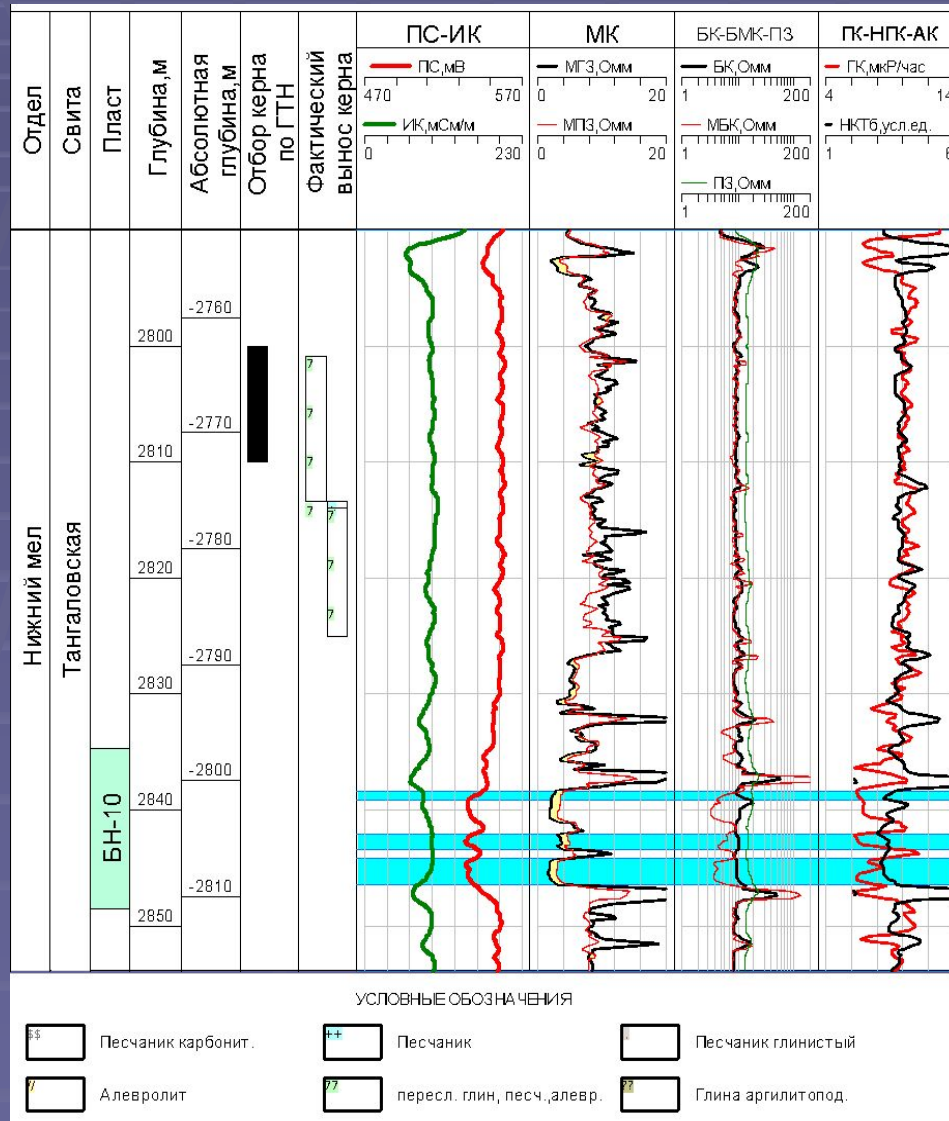
Этап	Лабораторные измерения
Поисковый этап	Палеонтологические определения
Разведочный этап	Профильные измерения на колонке керна
Этап разработки	Стандартные измерения фильтрационных и емкостных свойств на образцах керна
	Измерения для изучения структурно-литологических свойств пород
	Измерения петрофизических свойств на образцах керна
	Специальные измерения для изучения структуры и вещественного состава пород
	Специальные измерения для исследования коллекторов

Построение петрофизической модели пласта

Определение подсчётных геологических параметров

Определение фильтрационных и емкостных параметров для оптимизации разработки

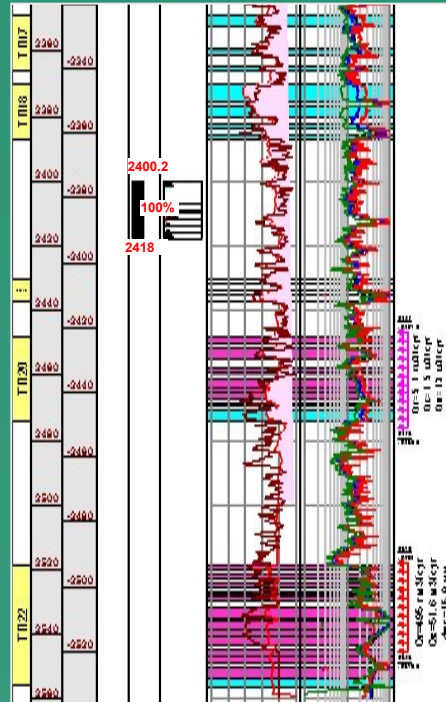
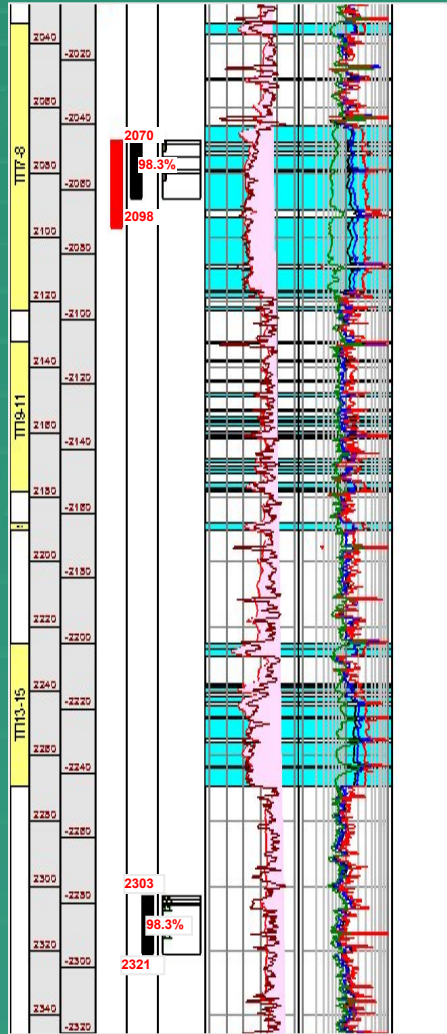
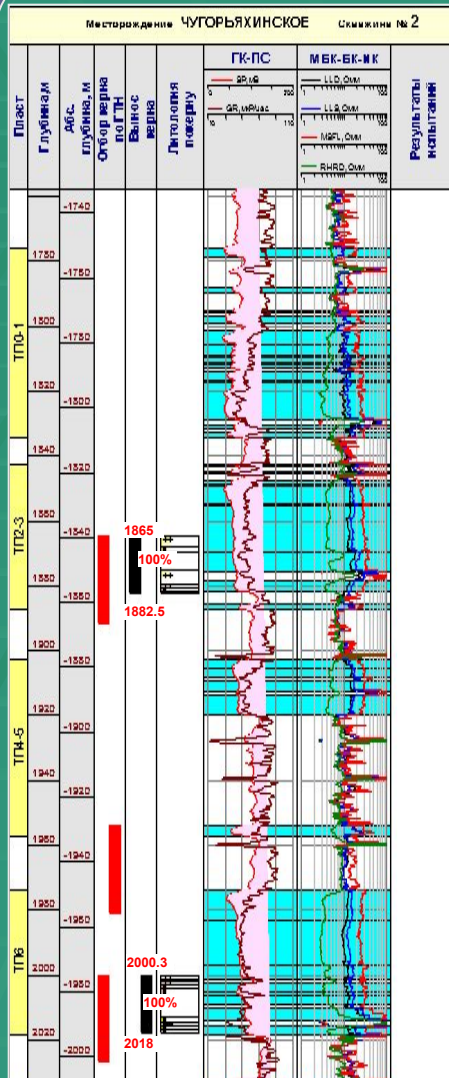
ПРИМЕР ОТБОРА КЕРНА ИЗ НЕКОЛЛЕКТОРОВ



Пример отбора керна из нижнемеловых отложений месторождений акватории Обской губы

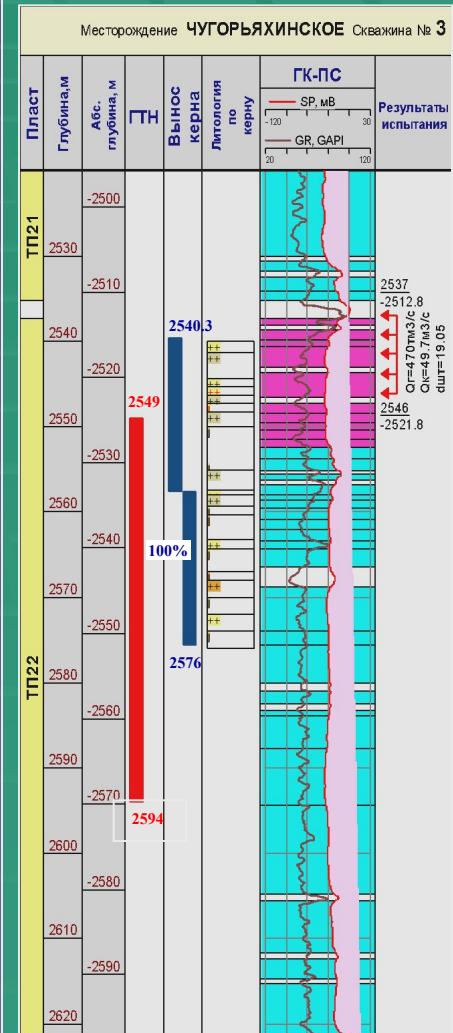
Скважина №2

Керн отобран из псевдопродуктивных коллекторов и из неколлекторов

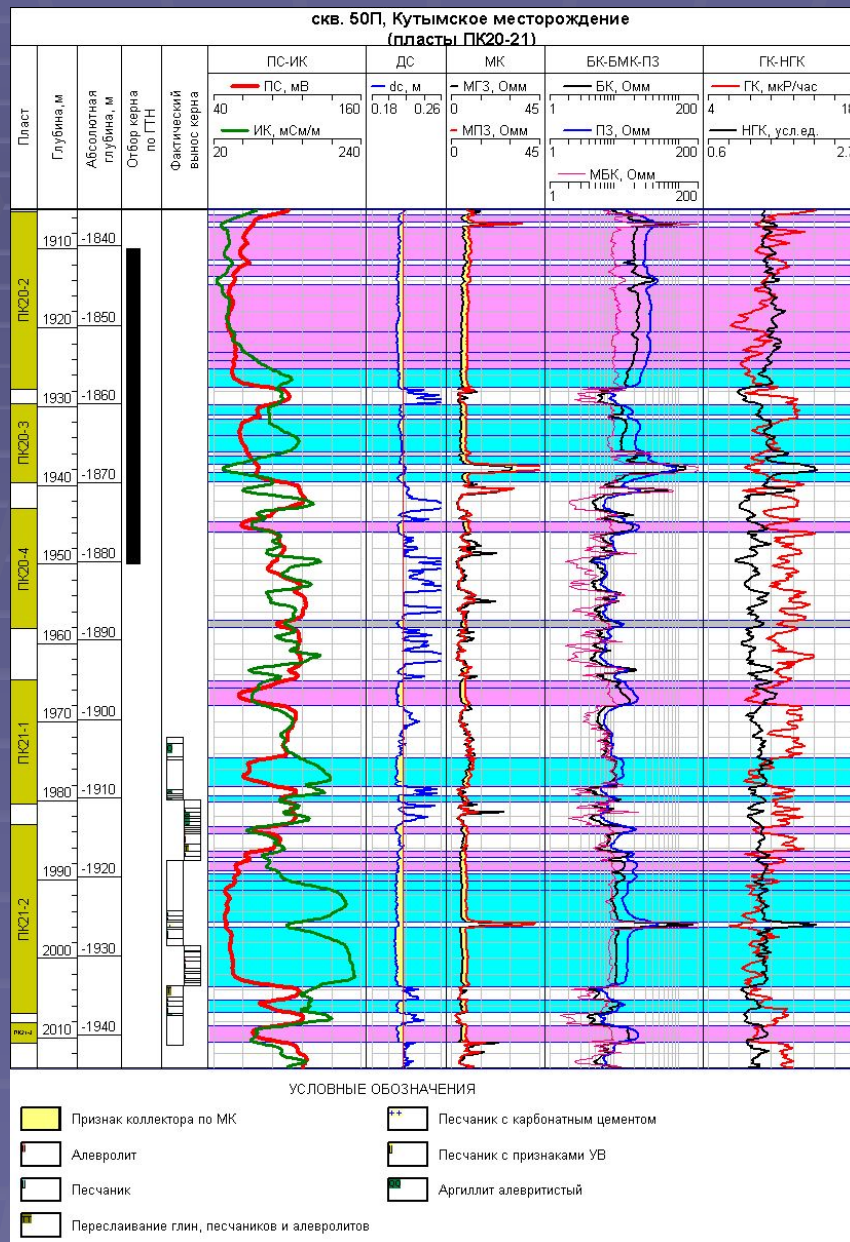


Скважина №3

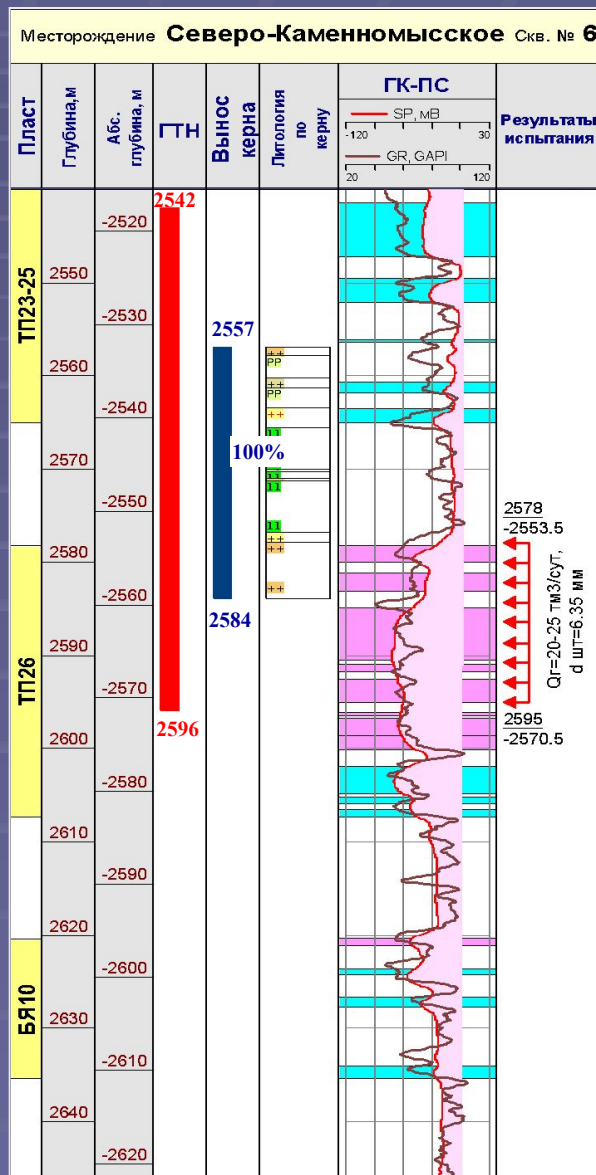
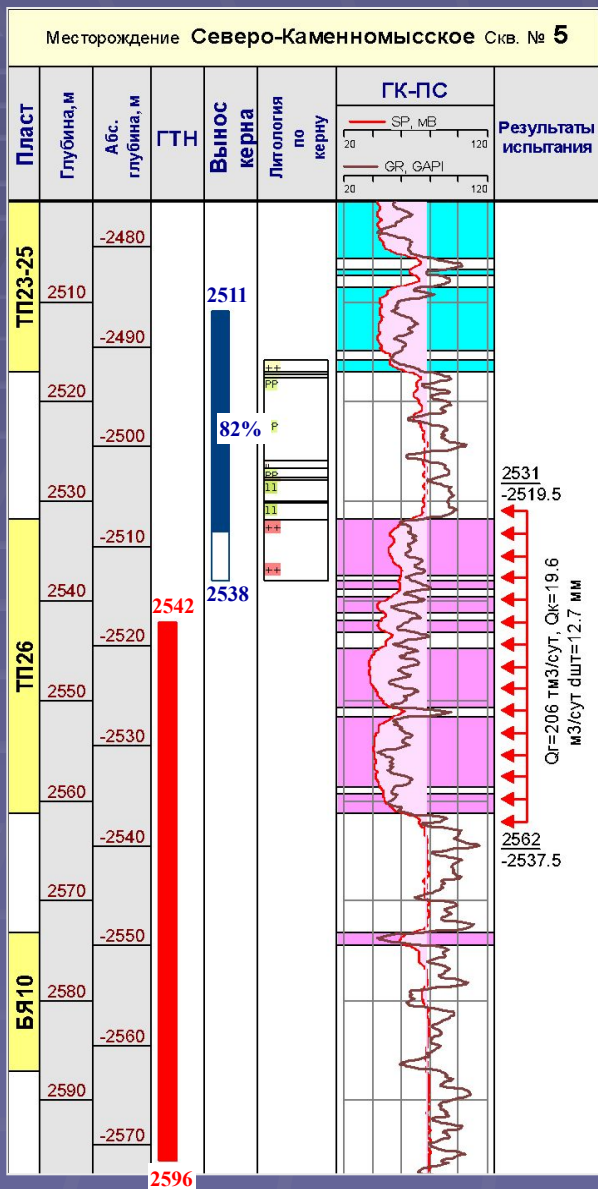
Пример удачной корректировки интервала отбора керна



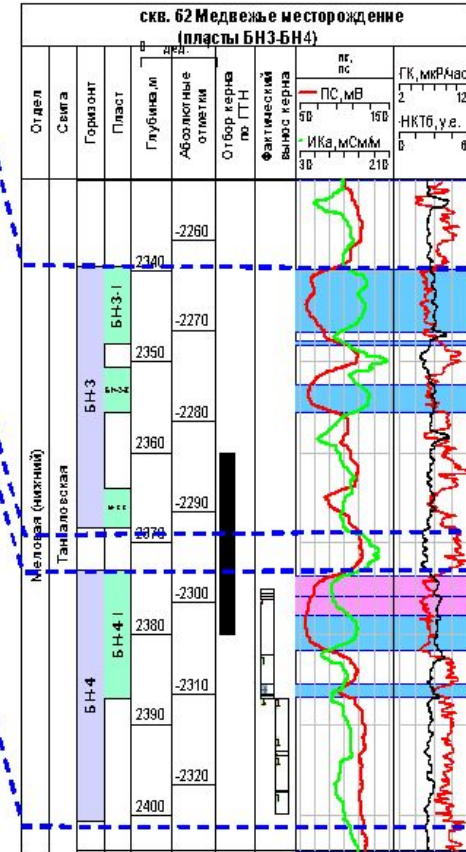
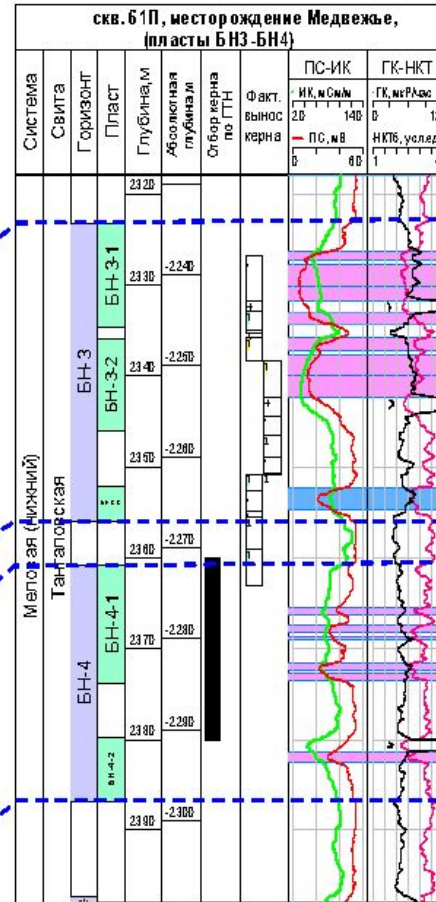
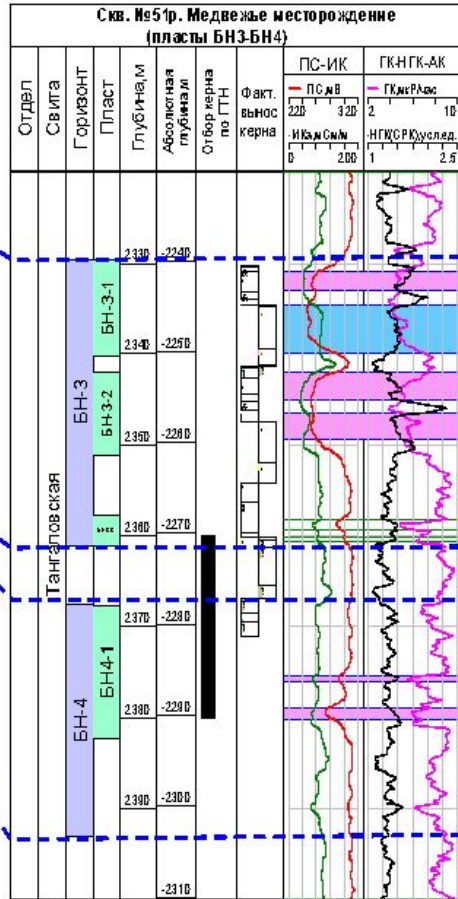
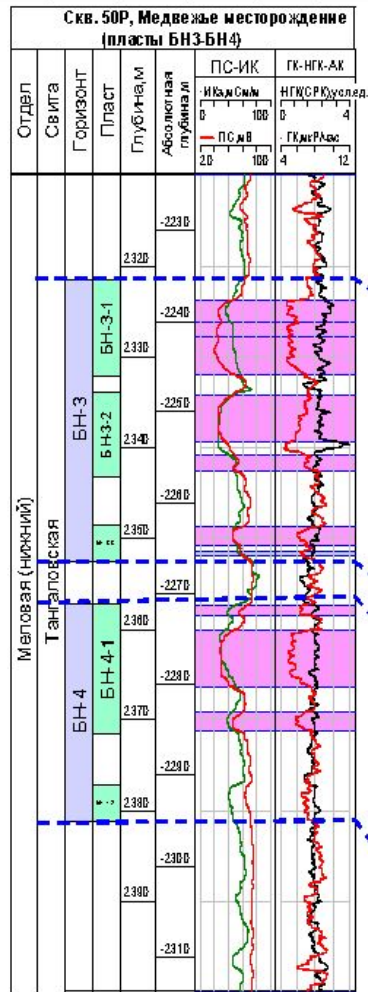
ПРИМЕР ОТБОРА КЕРНА ИЗ НИЖЕЛЕЖАЩЕГО ПО СРАВНЕНИЮ С ГТН ПЛАСТА



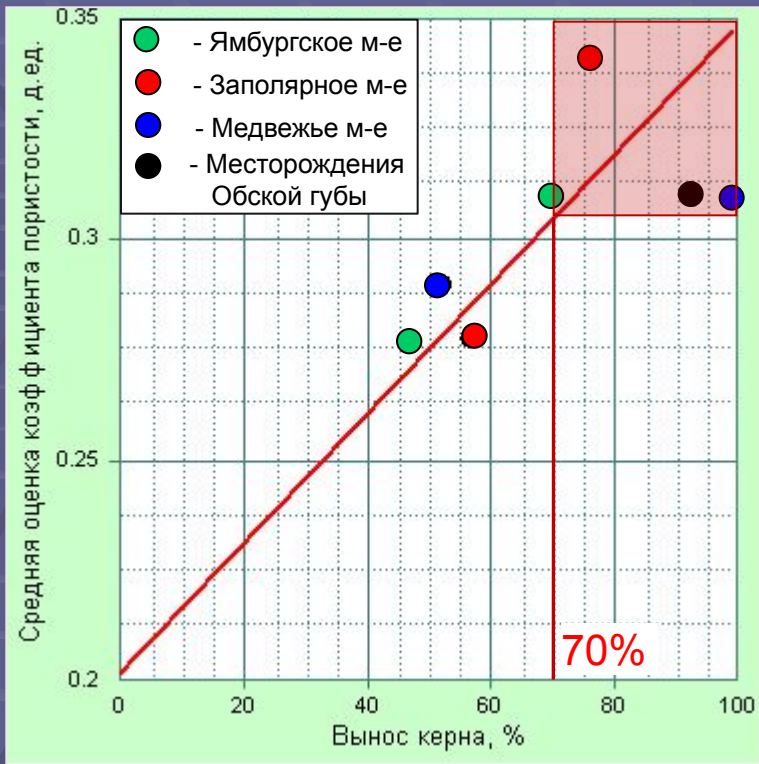
Пример неудачной корректировки интервалов отбора керна Северо-Каменномысское месторождение, скв. №№ 5, 6, нижнемеловые отложения



ПРИМЕР УТОЧНЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ОТБОРА КЕРНА НА ОСНОВЕ ДЕТАЛЬНОЙ КОРРЕЛЯЦИИ



Зависимость оценок коэффициента пористости от выноса зерна сеноманские отложения, месторождения севера Западной Сибири



Отбор керна повышенной информативности керноотборными снарядами серии КИМ (НПО «СибБурМаш»)



Подготовка снаряда для отбора керна



Комплект пластиковых пеналов для хранения и транспортировки керна

Керноотборные снаряды серии КИМ обеспечивают отбор керна повышенной информативности, под которым понимается керн без техногенных деформаций с сохраненной структурой и текстурой, с максимально возможным сохранением пластового флюидонасыщения и выносом на уровне 90% и более (из неконсолидированных пород не менее 75%).



Извлечение керна



Описание керна на буровой

Схема отбора керна

сеноманские отложения, месторождения акватории Обской губы

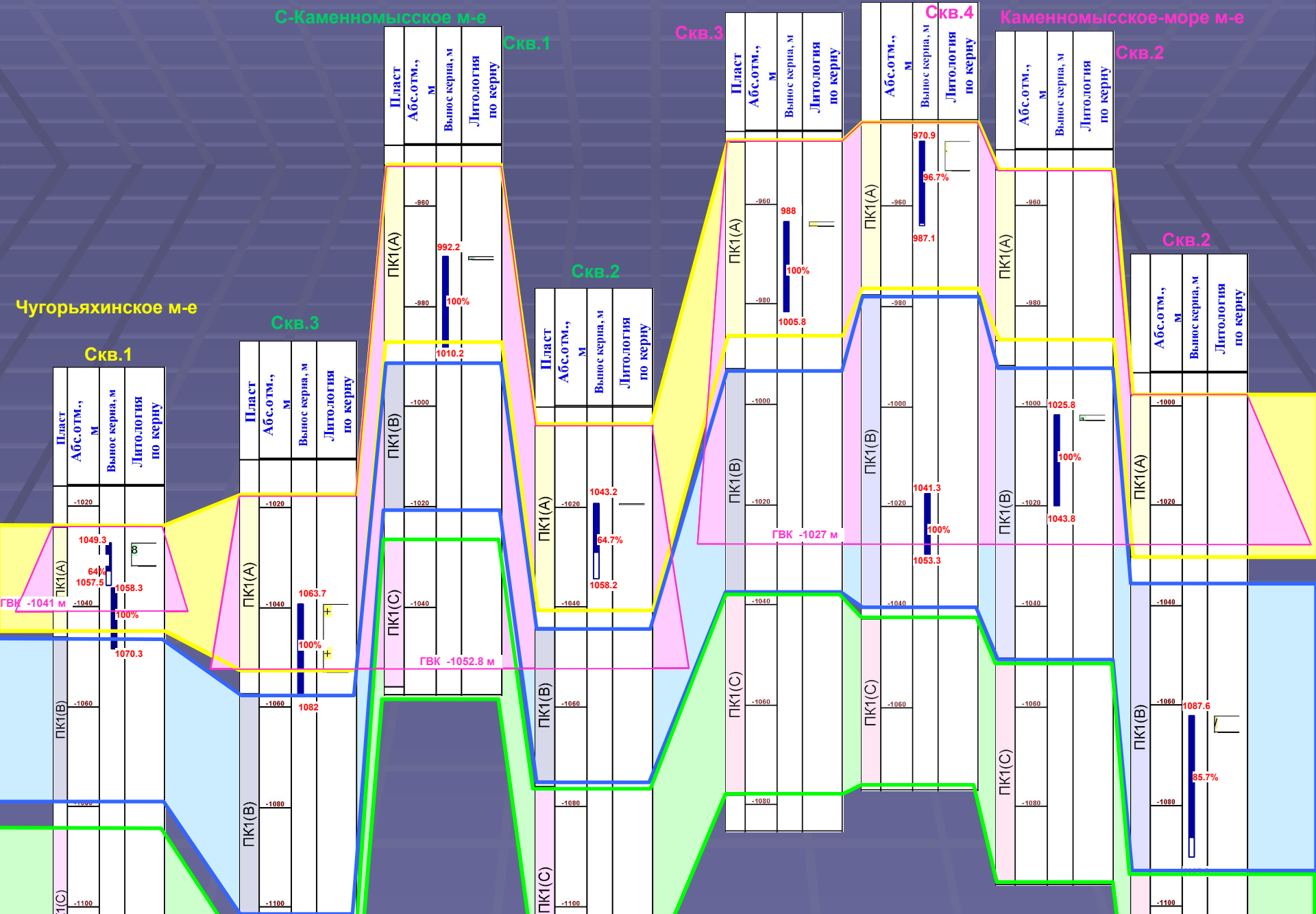
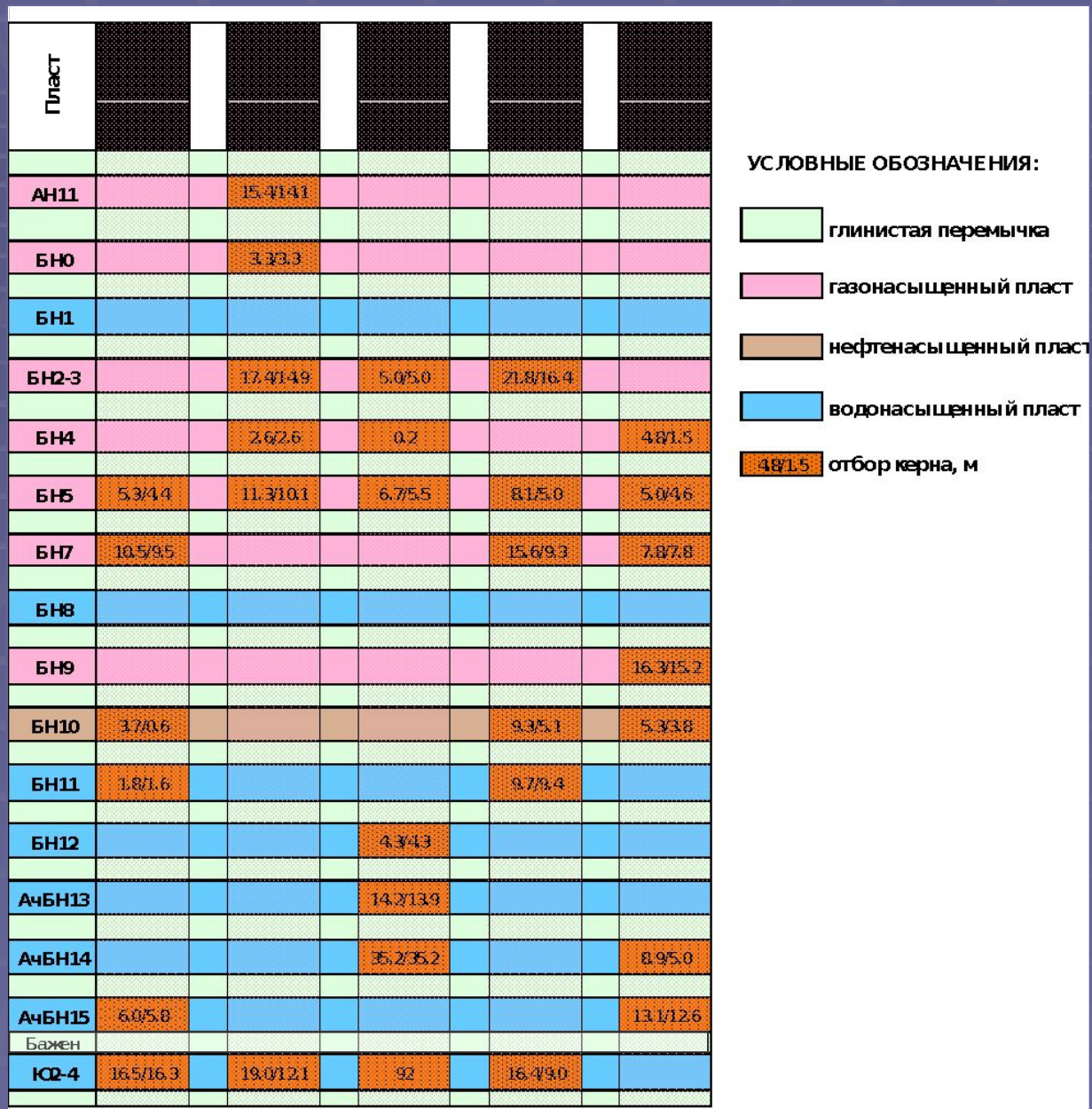


Схема отбора керна из неоком-юрских отложений месторождения Медвежье



Подготовительные этапы исследования керна



Распиловка керна



Описание керна



Фотографирование керна



Профильные измерения на керне



Исследование шлама



Систематизация и
долговременное хранение керна и
шлама (литотека)

Основные и специальные исследования керна



Изучение коллекторских свойств пород



Определение петрофизических характеристик



Изучение капиллярных характеристик



Определение сжимаемости пор горных пород в термобарических условиях



Исследования упругих свойств пород и УЭС в пластовых условиях



Изучение фильтрационных свойств пород в пластовых условиях

Основные и специальные исследования керна



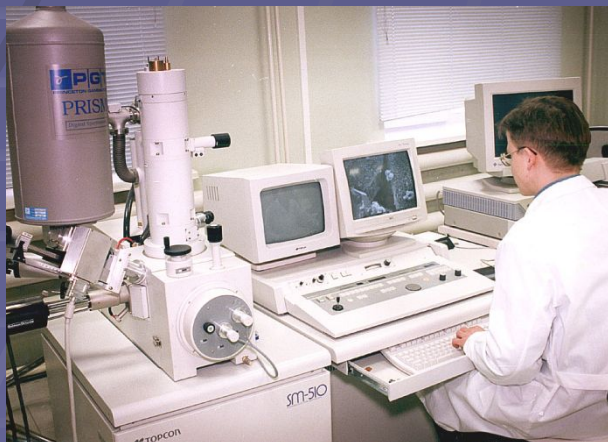
Анализ гранулометрического состава пород



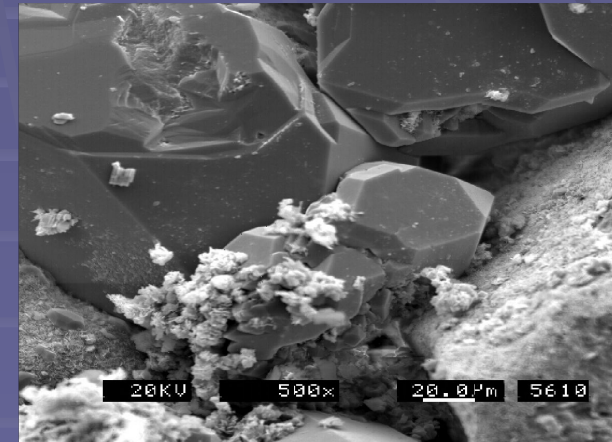
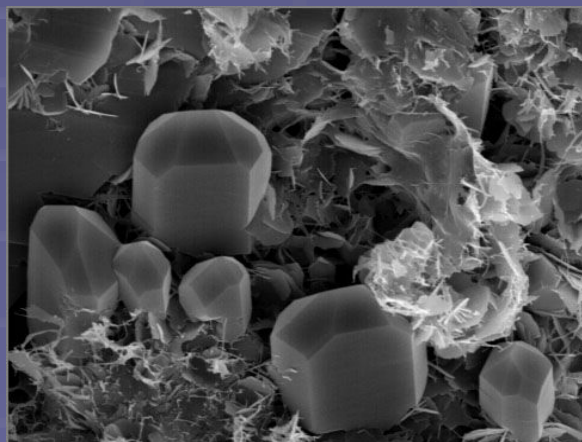
Изготовление петрографических шлифов



Определение минерального состава пород



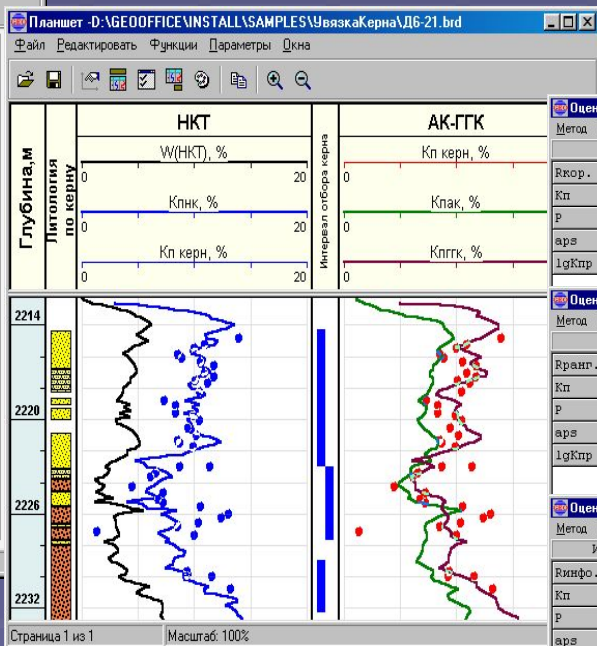
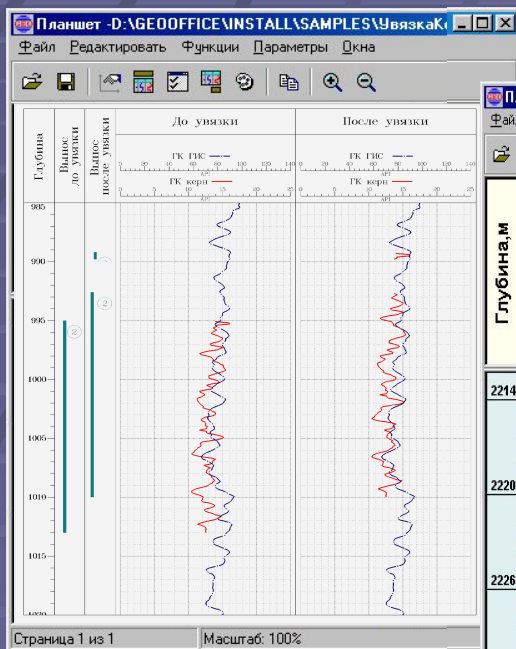
Изучение микроструктуры и химического состава пород



Изучение микроструктуры пород

Обработка материалов лабораторных измерений керна

- согласование керна и ГИС по глубине;
- оценка статистических связей;
- построение петрофизических моделей “кern – kern” и “кern – ГИС”.



Оценка статистических гипотез

Метод Редактировать

Кoeffициенты корреляции: (Дов. вероятность=0.95)

Вкор.	Кп	P	арс	lgKp
Кп	1.0	-0.88	0.69	0.89
P	-0.88	1.0	-0.48	-0.79
арс	0.69	-0.48	1.0	0.83
lgkpr	0.89	-0.79	0.83	1.0

Оценка статистических гипотез

Метод Редактировать

Кoeffициенты Спирмена: (Дов. ве

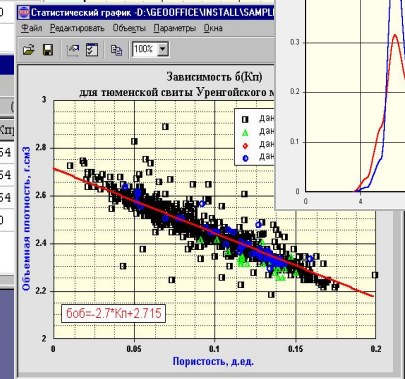
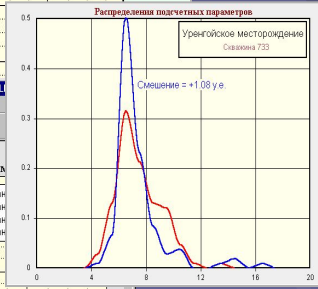
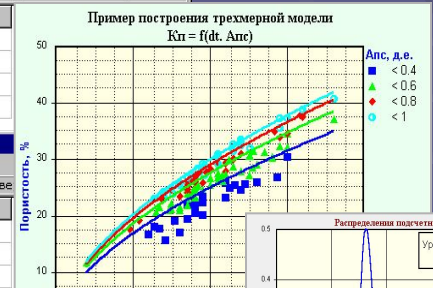
Вранг.	Кп	P	арс	lgKp
Кп	1.0	-0.74	0.75	0.90
P	-0.74	1.0	-0.56	-0.72
арс	0.75	-0.56	1.0	0.86
lgkpr	0.90	-0.72	0.86	1.0

Оценка статистических гипотез

Метод Редактировать

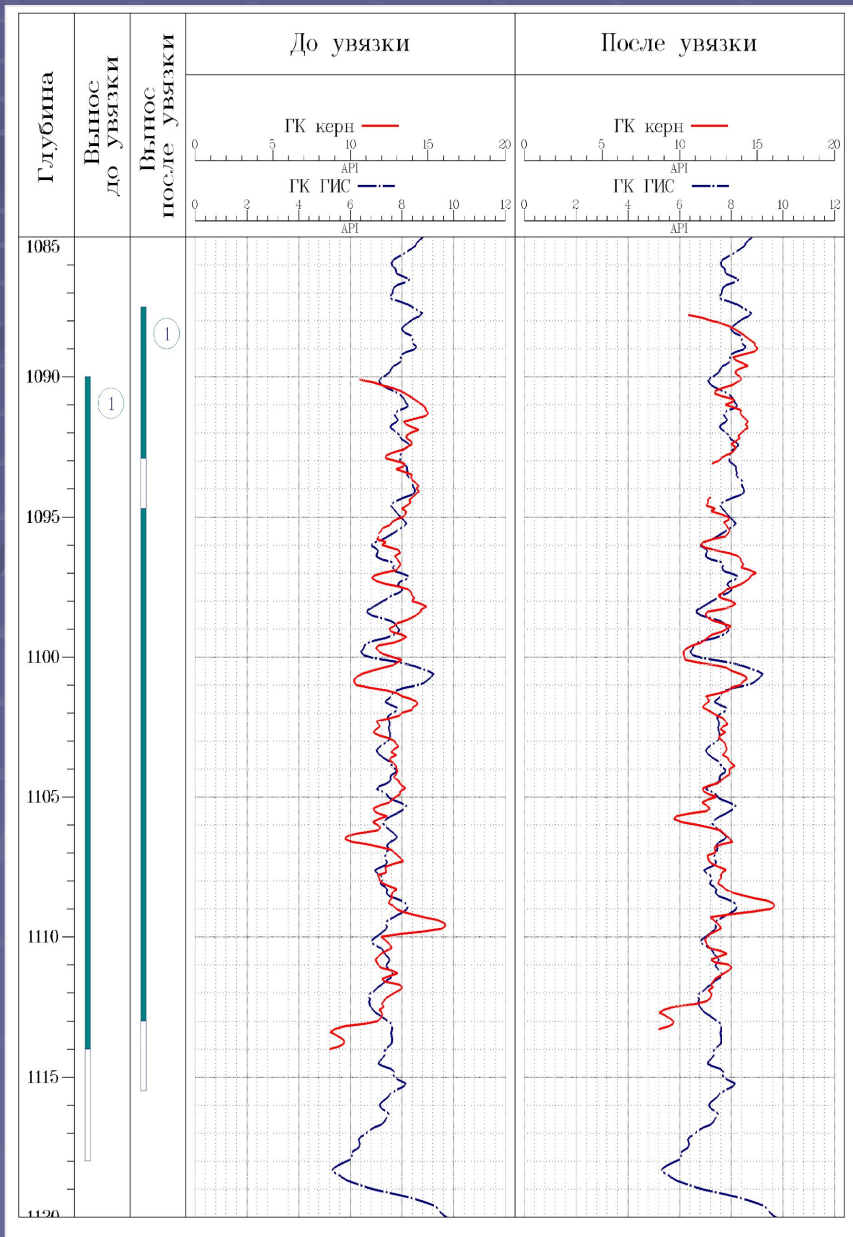
Информационные коэффициенты:

Винфо.	Кп	P	арс	lgKp
Кп	1.0	0.51	--	0.54
P	0.55	1.0	--	0.54
арс	0.44	--	1.0	0.54
lgkpr	0.60	0.64	0.53	1.0

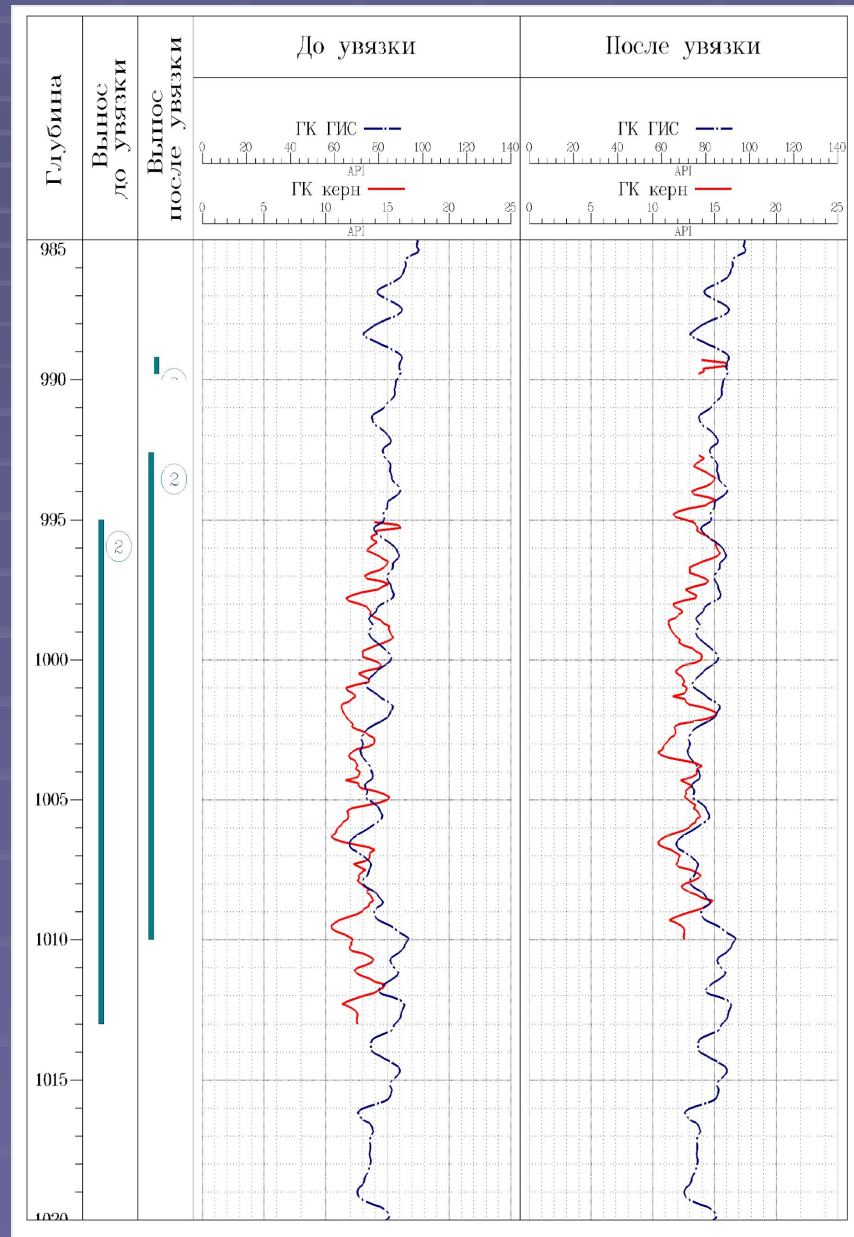


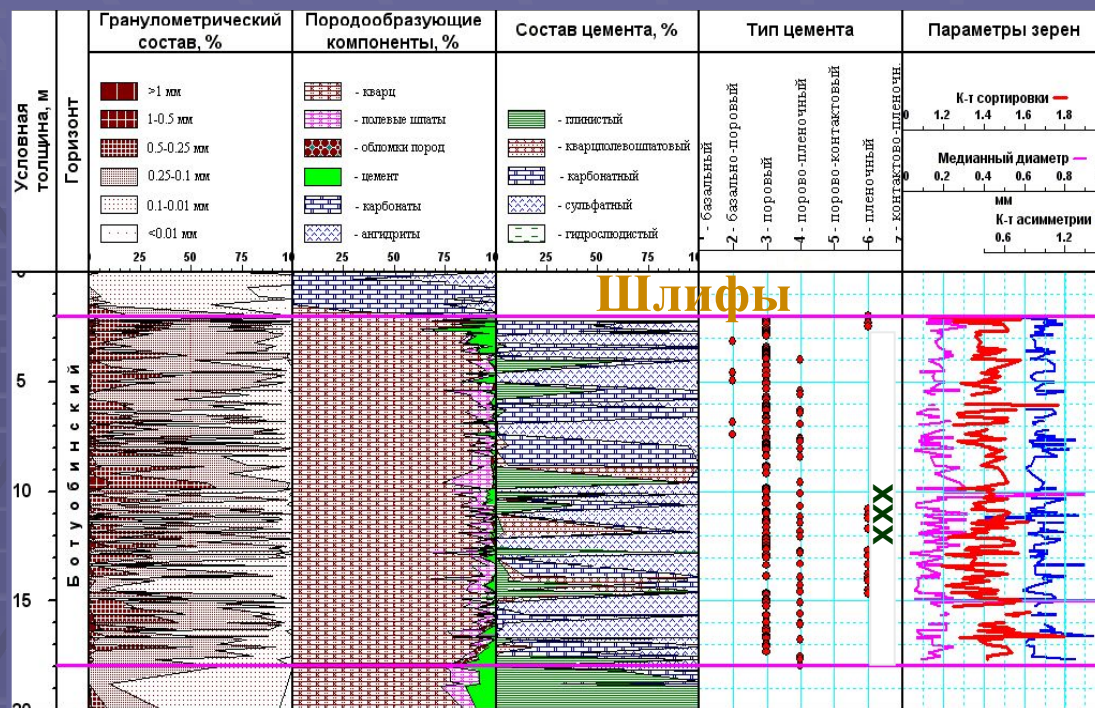
Увязка керна и ГИС по сопоставлению ГК(ГИС)-ГК(керна)

Скв. Каменномысская 1

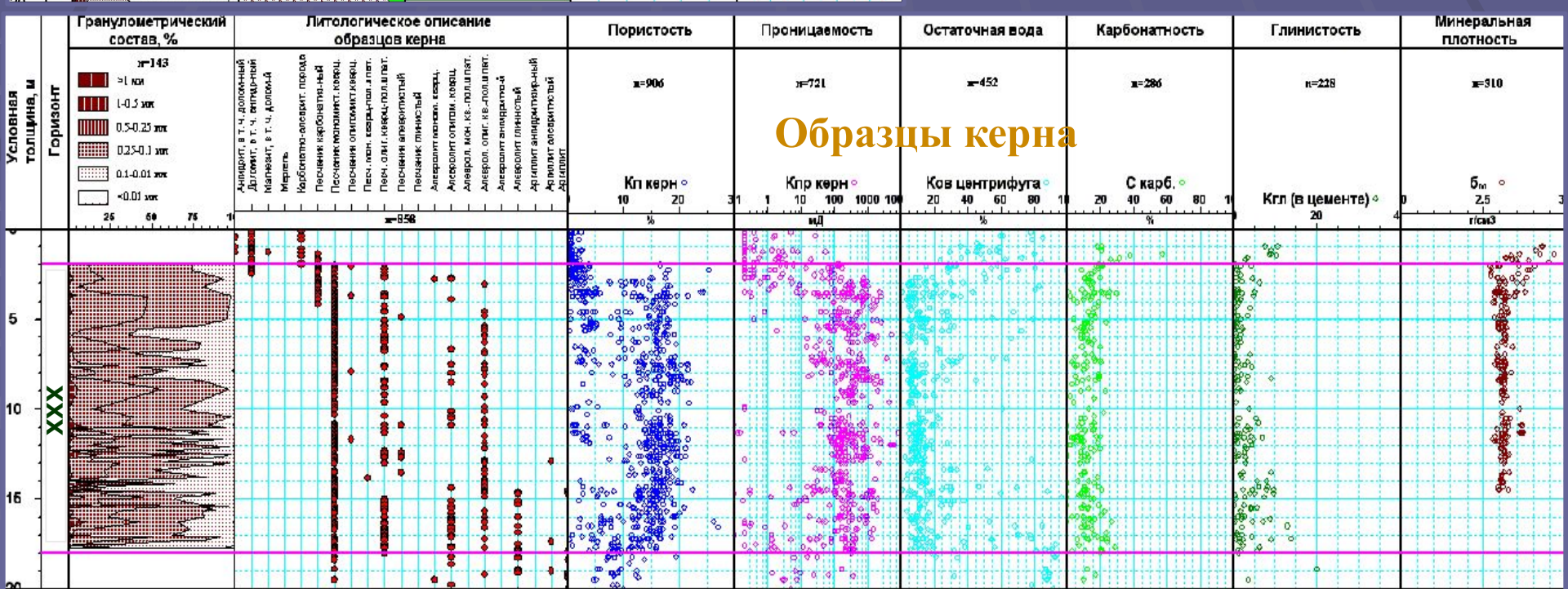


Скв. Северо-Каменномысская 1





Пример интегральной характеристики объекта подсчёта запасов по данным керна



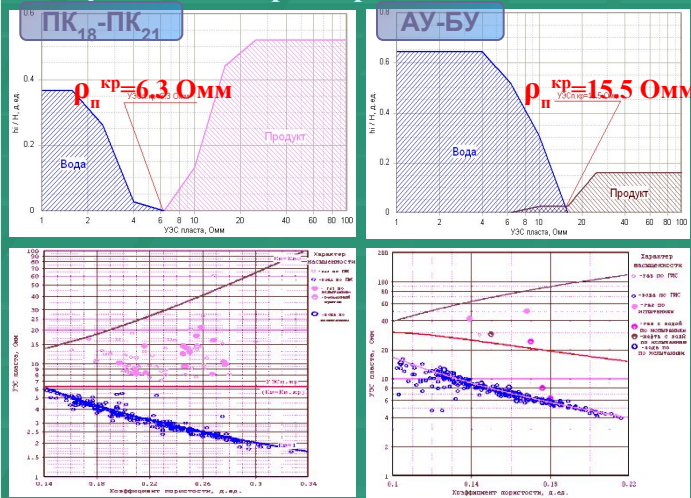
Создание петрофизической модели по данным керна и ГИС

Юбилейное месторождение, нижнемеловые и юрские отложения

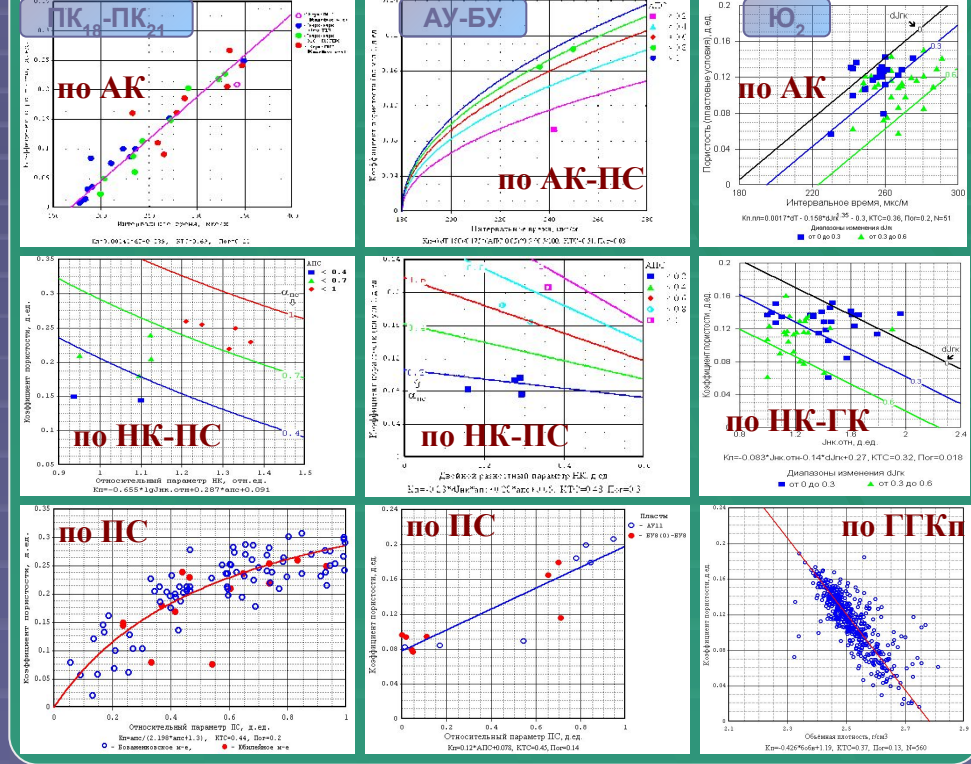
Выделение коллекторов:

- По качественным признакам на кривых ГИС (ПК, АУ, БУ)
- По количественным геолого-геофизическим критериям – $K_{п.гр}=0.125$ ($Ю_2$)

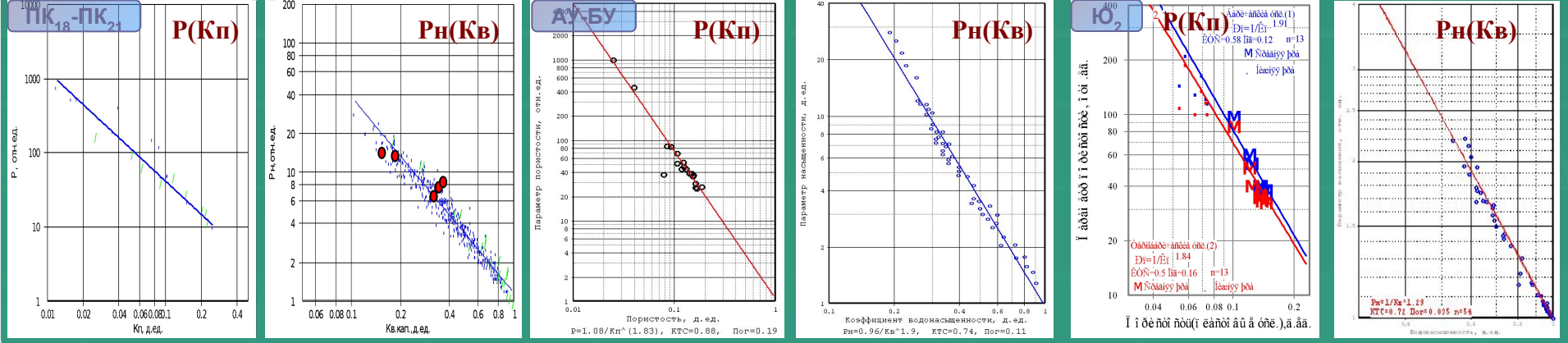
Определение характера насыщенности



Определение коэффициентов пористости



Определение коэффициентов газонасыщенности



Задачи по информационному обеспечению этапов единого поисково-разведочного и эксплуатационного процесса

Поисковый этап

- достоверная характеристика исследуемой структуры на наличие или отсутствие в ней углеводородов;
- оценка экономической значимости открытой залежи углеводородов с достоверностью, достаточной для принятия решения о целесообразности или нецелесообразности проведения на ней дальнейших разведочных работ

Разведочный этап

- изучение структурно-тектонических особенностей месторождений;
- изучение литологического состава продуктивных пластов, определение их общей и эффективной толщины, коллекторских свойств, нефтегазонасыщенности и характера изменения этих параметров по площади и разрезу;
- установление положения контактов газ – нефть – вода и промышленного значения газовой шапки и нефтяной оторочки;
- определение дебитов нефти, газа, конденсата, воды, а также пластового давления, давления насыщения и др. параметров по результатам опробования и исследования продуктивных скважин;
- исследование физико-химических свойств нефти, газа и пластовой воды.

Этап разработки

- обеспечении эффективного управления процессом извлечения углеводородов в интересах его оптимизации;
- контроль за процессом извлечения запасов;
- прослеживание динамики изменения модели фильтрационно-емкостных свойств эксплуатируемых залежей во времени;
- при необходимости внесение в принятый проект разработки изменений с учётом фактора времени, а также режима эксплуатации залежей.

Комплексирование исследований керна на различных этапах поисково-разведочных работ и разработки месторождения

Комплекс исследований керна	Этапы и стадии работ	Поиски	Разведка	Разработка
<p><u>I. Профильные измерения на колонке керна</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Детальное макроописание керна ▪ Спектральный гамма-каротаж керна и плотностной гамма-гамма каротаж керна ▪ Профильные определения проницаемости ▪ Фотографирование керна в дневном и ультрафиолетовом свете 		<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • •
<p><u>II. Изучение структуры и вещественного состава пород</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Определение гранулометрического состава пород ▪ Определение минералогического состава пород ▪ Изучение морфологии и структуры порового пространства в шлифах ▪ Определение типа, состава и количества цемента пород в шлифах 		<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • •
<p><u>III. Палеонтологические определения</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Споровопыльцевой (палинологический) анализ ▪ Фаунистический анализ 		<ul style="list-style-type: none"> • • 		
<p><u>IV. Стандартные измерения для изучения коллекторских свойств пород на образцах керна</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Пористость ▪ Проницаемость ▪ Остаточная водонасыщенность ▪ Остаточная нефтенасыщенности 		<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • •
<p><u>V. Петрофизические исследования на образцах керна:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ УЭС пород в атмосферных условиях при 100% водонасыщении ▪ Объемная и минералогическая плотность ▪ Пористость, УЭС, акустические свойства пород при пластовых термобарических условиях ▪ Диффузионно-адсорбционная активность ▪ УЭС и переменная водонасыщенность методом капилляриметрии на 7 ступенях ▪ ЯМР-измерения ▪ Общая и спектральная гамма-активность 		<ul style="list-style-type: none"> • • • • • • • 		
<p><u>VI. Специальные исследования структуры порового пространства и минералогического состава пород</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Растровая электронная микроскопия ▪ Ртутная порометрия ▪ Распределение пор по размерам по данным капилляриметрии ▪ Рентгено-структурный анализ глинистых минералов 		<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • •
<p><u>VII. Специальные исследования коллекторов</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Газопроницаемость (проницаемость по жидкости) в пластовых условиях ▪ Эффективная проницаемость по газу (нефти) в присутствии остаточной воды в пластовых условиях ▪ Начальный градиент давления 		<ul style="list-style-type: none"> • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • • 	<ul style="list-style-type: none"> • • •

**Объёмы измерений и исследований керна на различных этапах
поисково-разведочных работ и разработки месторождения
(песчано-глинистые отложения)**

Этапы и стадии работ	Поиски	Разведка	Разработка
Виды работ			
Отбор образцов керна по коллекторам	3 обр. / 1 м	4 обр. / 1 м	34 обр. / 1 м
Отбор образцов керна по неколлекторам	1 обр. / 2 м	1 обр. / 2 м	-
Изготовление шлифов по коллекторам	1 шл. / 2 м	1 шл. / 1 м	-
Изготовление шлифов по неколлекторам	1 шл. / 10 м	1 шл. / 5 м	-
Фотографирование керна	1 фото / 5 м	1 фото / 5 м	1 фото / 5 м
Профильные измерения СГК, ГГКП, проницаемости	10 изм. / 1 м	10 изм. / 1 м	10 изм. / 1 м
Рентгено-структурный анализ глинистых минералов	-	10 обр. / 1 объект	-
Определение смачиваемости	-	10 обр. / 1 объект	5 обр. / 1 объект
Петрофизические исследования	-	60 обр. / 1 объект	-
Определение начального градиента давления	-	10 обр. / 1 объект	5 обр. / 1 объект
Фазовые проницаемости	-	-	2 состав. колонки / 1 объект
Коэффициент вытеснения нефти	-	10 состав.колонок / 1 объект	5 состав.колонок / 1 объект

Средние сравнительные ценовые показатели исследования керна

Этапы и стадии работ Условия расчёта цен	Поиски	Разведка	Разработка
Стоимость изучения 250 м отобранного керна при среднем коэффициенте песчаности 0,6. Скважиной пересечены 5 объектов подсчёта запасов газа.	4.5 млн.руб.	12.1 млн.руб.	7.7 млн.руб

Факторы, приводящие к росту стоимости исследования керна:

- Неконсолидированный керн;
- Наличие нефтяных пластов
- Карбонатный разрез

ВЫВОДЫ

- НЕОБХОДИМ ПОСТОЯННЫЙ МОНИТОРИНГ ОТБОРА КЕРНА КАК ПО ОТДЕЛЬНЫМ ОБЪЕКТАМ, ТАК И ПО МЕСТОРОЖДЕНИЮ В ЦЕЛОМ
- СОЗДАНИЕ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ ОТБОРА И ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА , АДАПТИРОВАННЫХ К РАЗЛИЧНЫМ ЭТАПАМ РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ
- ИНТЕРВАЛЫ ОТБОРА, ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА И ИХ ФИНАНСИРОВАНИЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ОРИЕНТИРОВАНЫ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КОНКРЕТНОГО ЭТАПА РАБОТ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ
- НЕОБХОДИМА ПОЛНАЯ РЕВИЗИЯ СОСТОЯНИЯ КЕРНА, ОТОБРАННОГО И ИССЛЕДОВАННОГО ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГРР