

**XVII МЕЖДУНАРОДНАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

НОВЫЕ ИДЕИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**3 – 4 АПРЕЛЯ 2025 г.
МОСКВА**



ТОМ 3

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**Инновационные технологии
геологической разведки
и горного дела**

УДК 082 + [550.8+553] (082)
ББК 94.3 + 26.21я43 + 26.34я43

Новые идеи в науках о Земле: в 9 т. Материалы XI Международной научной конференции «Новые идеи в науках о Земле» - М.: Издательство МГРИ, 2025.

Т. 3: ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ И ГОРНОГО ДЕЛА / ред. коллегия: Ю.П. Панов, Р.Н. Мустаев. - М.: Издательство МГРИ, 2025 – 346 с.

ISBN 978-5-907595-10-1

УДК 082 + [550.8+553] (082)
ББК 94.3 + 26.21я43 + 26.34я43

ISBN 978-5-907595-03-3 (Том 3)

© РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО ОРДЖОНИКИДЗЕ, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ И ГОРНОГО ДЕЛА	8
Подсекция 3.1. Актуальные проблемы автоматизации и энергетики геологической разведки и горного дела	8
Башкуров А.Ю.* Альтернативная энергетика и ее влияние на экологию окружающей среды	8
Гаглюев З.Я.*, Стадник Д.А., Стадник Н.М. Использование нейронных сетей для кинематического анализа моделей горно-геологических информационных систем	11
Кормес А.А.* Технологические аспекты автоматизации процессов проходки и оборудования камер для станка 2КВ в горных выработках	15
Мбох Нгома А П Л* Общий анализ влияния новых технологий на горнодобывающую деятельность	19
Меркулов М.В.* Разработка энергетических комплексов буровых установок глубокого бурения на нефть и газ	23
Мухаматов М.Д.*, Подаревский Р.Д.*, Адамова Л. С., Меркулов М.В. Тенденции развития цифровизации и применения искусственного интеллекта в сфере геологоразведки и недропользования	27
Оливетский И.Н. Роль Метрологии в современном горном деле	31
Подаревский Р.Д.*, Адамова Л. С. Перспективы развития во внедрении солнечной энергии в процессы ведения геологоразведочных работ	34
Подаревский Р.Д.*, Меркулов М.В. Исследование потенциала ветроустановок как возобновляемого источника энергии в условиях ведения геологоразведочных работ	38
Барменков Е.Ю.* Цифровые двойники в горном деле	42
Подсекция 3.2. Бурение скважин	46
Белов Н.М.*, Петенев П.Г. Анализ конструкции породоразрушающего инструмента, снижающего гидродинамическое давление бурового раствора при сооружении скважин комплексом ССК	46
Лалетина К.В.*, Нескормных В.В. Совершенствование резцов PDC для армирования буровых долот	50
Севостьянов Д.А.*, Петенёв П.Г. Анализ эффективности систем отбора проб при бурении комплексами ССК	55
Антропов В.С.*, Попова М.С. Компьютерное моделирование в разработке бурового инструмента типа PDC	59
Ильязов Р.Р.*, Шахвердев А.Х. Информативность газового каротажа в современных условиях бурения	63
Маде А.Р.* Соловьев Н.В. Обоснование параметров технологического процессов цементирования обсадных колонн в условиях агрессии на месторождении Доба (республика Чада)	67
Акаласова С.Н.*, Соловьев Н.В. Технология безамбарного бурения с целью повышения экологической безопасности на месторождении Жанажол (РК)	71
Ганин И.П.*, Сердюк Н.И. Мониторинг самоходных буровых установок	75
Дегтярев Н.А.*, Попова М.С. Основные направления совершенствования бурового инструмента типа PDC	79
Сердюк Н.И.*, Ганин И.П. Современные технологии автоматизации спускоподъемных операций буровых установок	83
Махмудов Н.Н.*, Бозорбоева З.Р. Требования к конструкции скважин, их бурению, методам вскрытия пластов и освоению скважин газоконденсатное месторождение Назаркудук	87

Алексеева А.К., Шишкина А.С.*, Хохлова Ю.Н., Иншакова Н.Ю., Тарасенко А.К., Турова А.В. Малоуглубленное стратиграфическое бурение как инструмент геологического изучения осадочного чехла в пределах Александровской зоны поднятий в северо-западной части Баренцева моря.....	91
Петина В.А.*, Соловьёв Н.В. Особенности и результаты параметрической скважины Чумпаловская-1 глубиной 6250 м.....	95
Васильев А.Н.*, Шишляев В.В., Тунгусов С.А. Опыт применения российского специализированного программного обеспечения при проектировании строительства скважин.....	99
Гиниатуллин Р.Р.*, Агзамов Ф.А. Совершенствование конструкций скважин для месторождений Среднего Приобья, оптимизация затрат при их тиражировании.....	103
Кириков Д.В.*, Нескормных В.В., Петенёв П.Г. Производственные испытания динамически стабилизирующего породоразрушающего инструмента.....	106
Сырчина А.С.* О возможности применения наноглин при бурении скважин в сложных горно-геологических условиях.....	111
Воропаев Е.А.* Применение методов интенсивной пластической деформации, как способ улучшения механических свойств алюминиевых сплавов для изготовления бурильных труб	115
Рявкин Д.А.*, Яхин А.Р. Повышение показателей эффективности бурения скважин на основе автоматизации бурения и осцилляции буровой колонны	119
Черновол Д.В.*, Белов А.П. Уменьшение затрат времени при принятии решений в наклонно направленном бурении.....	123
Черноволот С.Г.*, А.Р. Яхин Износ режущих элементов буровых долот, армированных алмазно-твердосплавными пластинами PDC.....	127
Шаймулин Р.М.*, Тунгусов С.А., Сырчина А.С. Освоение водозаборной скважины с применением эжекторного насоса на примере узла водозабора	131
Попов В.О.*, Соловьёв Н.В., Курамшина Э.Р. Влияние анизотропии на изменения интенсивности искривления скважины.....	135
П.В. Овчинников* Современные технологии повышения качества цементирования скважин.....	139
Румянцев А.Д.*, Тунгусов С.А. Бурение и отбор керна в сложных горно-геологических условиях: анализ и выбор эффективного способа бурения.....	143
Склянов В.И.* Научные основы высокооборотного алмазного бурения на больших глубинах разведочных скважин малого диаметра с применением скважинных преобразователей механической энергии.....	147
Талалаев Р.С.*, Склянов В.И. Применение забойного мультипликатора для интенсификации процесса разрушения горных пород долотами PDC при проведении ЗБС.....	151
Цыганков М.А.*, Вайнерман Б.П. Проектирование профиля наклонно-направленной скважины на Пильтун-Астохском месторождении (шельф о. Сахалин)	155
Данилова К.С.*, Сырчина А.С. Обоснование выбора рациональной рецептуры бурового раствора в условиях потери деформационной устойчивости горных пород на примере месторождения Х.....	159
Башкуров А.Ю.* Опыт использования горизонтальных скважин на месторождении Кенкияк.....	163
Фатьянов А.А.*, Джумаев Э.М., Свечников Д.Ю. Машинное обучение и численное моделирование: новый подход к предотвращению аварий в бурении.....	166
Ионов Е.О.*, Сырчина А.С. Опыт использования телеметрического оборудования при бурении наклонно-направленной скважины на месторождении Х.....	170

Каминский Я.П., Склянов В.И., Сырчина А.С. Обоснование параметров технологии бурения с применением долот PDC при бурении водозаборных скважин.....	174
Крюков Н.А.*, Вайнерман Б.П. Снижение вибрационных нагрузок при бурении наклонно-направленной добывающей скважины (на примере Ярудейского месторождения Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции)	178
Курамшина Э.Р.*, Соловьев Н.В. Влияние химического состава глин и вида реагента на фильтрационную характеристику бурового раствора	182
Лукашук Д.Р.*, Сырчина А.С. Опыт отбора проб грунтов и определения их параметров при инженерно- геологических изысканиях в Московской области.....	186
Мартюшин С.А.*, Овчинников П.В. Обеспечение надежности конструкции скважины в интервалах пластичных соленосных отложений.....	190
Мартюшина Е.Е.*, Соловьев Н.В. Супрамолекулярные системы полимерных буровых растворов для эффективного сооружения скважин	194
Мартюшина Е.Е.*, Сырчина А.С. Термостойкие вязкоупругие смеси на основе сшитых полимерных гелей	198
Маслак С.В.*, Сырчина А.С. Особенности бурения добывающий нефтяной скважины на Киньяменском месторождении	202
Мезенцев Д.Ю.*, Соловьев Н.В., Денисов О.В. Разработка и применение роторно-управляемой системы РУС-120-ГТ.....	206
Николаенко В.В.* Способ промывки песчаной пробки и крепления ПЗП в газодобывающей скважине с применением колтубинга.....	210
Заливин В.Г., Соловьёв Н.В.* Способ изоляции зон интенсивного поглощения	214
Заливин В.Г., Соловьёв Н.В.* Эффективные технологии применения пены при бурении геологоразведочных скважин	218
Подсекция 3.3. Горное дело и общинженерные методы решения общегеологических задач	222
Truong Van Tu*, Nguyen Tien Hung, Nguyen The Vinh. Selection of fluids and proppants for hydraulic fracturing in Vietnam	222
Адамова Л.С.*, Дмитрак Ю.В. Тонкое измельчение минерального сырья: влияние и перспективы	226
Борисенко Д.И.* Акустическая диагностика очагов пожаров в угольных пластах.....	230
Боровков Ю.А., Кадыргулов Р.Р., Вильмис А.Л., Шалаева А.А.* Выбор и формирование из техногенного сырья покрытий в почве горных выработок	234
Бочаров И.А.*, Иляхин С.В. Совершенствование технологии отбойки горных пород скважинным методом с применением невзрывчатых расширяющих смесей.	238
Бу Хонг Зуонг*, Нгуен Тьен Хунг, Нгуен Те Винь, Арсентьев Ю.А. Применение методов машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа геофизических данных буровых скважин для угольной промышленности	242
Бу Хонг Зыонг*, Некоз С.Ю., Арсентьев Ю.А., Калинин В.Н. Влияние минералов на качество коллектора в миоценовых породах нефтяного месторождения Белый Тигр, Вьетнам.....	246
Даниленко И.С.*, Логачёв В.В. Разработка технологии биовыщелачивания пиритового огарка	250
Демишкан В.Ю.*, Иляхин С.В. Оценка влияния фиброволокн на повышение прочности грунтобетона на разных этапах твердения грунтобетонной смеси	254
Долгополов М.А.*, Брюховецкий О.С. К вопросу повышения эффективности закладочных работ на горных предприятиях	257

Долгополов М.А. *, Брюховецкий О.С., Найдено И.Ю. Рациональный способ приготовления твердеющей закладочной смеси на основе хвостов обогащения при подземной разработке месторождений	261
Енютин В.И. Краткий обзор скважинных гидрораскалывающих устройств и области их применения.....	265
Иванова Е.В. *, Коротаев Д.Н. Исследование влияния технологических режимов электроискрового модифицирования поверхностей деталей горнодобывающего оборудования на основе регрессионного анализа	269
Исайчева Е.А. *, Яшин В.П. Анализ способов контроля за деформацией бортов карьера	273
Каримов Н.М. *, Халимов И.У., Хамидов С.Б. Перспективы применения электрокинетических явлений при добыче урана методом подземного скважинного выщелачивания	277
Комаров Д.П. *, Радченко Д.Н. Биоинспирированные роботизированные технологии подземной добычи руд на больших глубинах: переход к новому технологическому укладу	281
Абрамов А.М. *, Лукин Д.С. *, Дьяченко Е.Н. Метод создания гидроизоляции рудного тела с применением гидрогеологических методов при разработке месторождений с использованием физико-химической геотехнологии	284
Насыров А.А. * О важности преподавания дисциплины «Теория горения и взрыва» для всех направлений подготовки в МГРИ (МГРИ)	288
Нгуен Тьен Хунг *, Ву Хонг Зыонг, Ву Тьет Тхат, Арсентьев Ю.А. Использование машинного обучения и искусственного интеллекта для прогнозирования модуля Юнга с целью оптимизации процесса бурения скважин	292
Нгуен Тьен Хунг *, Дыонг Ву, Арсентьев Ю.А. Прогнозирование проницаемости карбонатных резервуаров месторождений нефти с использованием метода гидравлических единиц потока	296
Романевич К.В. *, Мулев С.Н., Иванов Д.А. Определение области влияния микросейсмического события на массив горных пород в процессе сейсмомониторинга угольных шахт и рудников	300
Савватеев Я.В. *, Иляхин С.В., Корнилов Б.А. Повышение контрастности отраженного сигнала георадиолокационного зондирования под действием фонового поля (поля подсветки) при поисках кристаллосырья	304
Терешин И.А. *, Негурица Д.Л. Моделирование напряженно-деформированного состояния вмещающего грунтово-породного массива при строительстве жилого комплекса в мегаполисе.....	308
Халимов И.У., Шарафутдинов У.З., Юлдашев Ш.Ш., Хамидова М.Н. Геологические аспекты влияния глинистых минералов на процесс подземного выщелачивания урана.....	312
Халимов И.У. *, Каримов Н.М., Муродуллаева М.У. Перспективы отработки остаточных запасов урана из отработанных блоков подземного выщелачивания	316
Хамидов С.Б. *, Аликулов Ш.Ш. Оптимизация расположения геотехнологических скважин при изменении гидродинамического режима растворов в процессе подземного выщелачивания урана	320
Бунякин П.А. *, Яшина В.И., Яшин В.П. Михайловский ГОК - история и направления развития	324
Енина Е.Д. *, Шишляев В.В. Подходы к определению хрупкости угольных пластов для оптимизации параметров проведения гидравлического разрыва пласта.....	328
Подсекция 3.4. Технология и техника освоения континентальных, шельфовых и глубоководных месторождений твердых полезных ископаемых	332
Салахов И.Н. *, Некоз К.С. Учебный стенд подземного выщелачивания.....	332

Салахова К.Н.*, Вильмис А.Л., Чеснова Е.С. Сравнительное исследования по кислотному выщелачиванию в пачуках и массообменных аппаратах	335
Родомысльский Д.В.*, Сурин С.Д.*, Грызлов А.М.*, Чулкова В.В. Разработка континентальных, шельфовых погребенных россыпей методом скважинной гидродобычи.....	339
Чопенко В.А.*, Тушов А.И. Планирование разработки месторождений на основе анализа картограммы коэффициентов вскрыши	343

Прогнозирование проницаемости карбонатных резервуаров месторождений нефти с использованием метода гидравлических единиц потока

Нгуен Тьен Хунг* (Ханойский горно-геологический университет,
nguyentienhung.dk@humg.edu.vn),

Дьонг Ву (Ханойский горно-геологический университет, *vuhongduong@humg.edu.vn*),
Арсентьев Ю.А. (МГРИ, *arsentev1956@yandex.ru*)

Аннотация

Настоящее исследование было направлено на подтверждение возможности приложения классификации литологических типов пород, рассматриваемых в качестве самостоятельных гидравлических единиц потока, для прогнозирования проницаемости карбонатных резервуаров на Х-геологическом разрезе бассейна Кыу Лонг (Вьетнам), с использованием отдельных исследуемых образцов керна. Полученные результаты позволили выявить закономерности развития улучшенных фильтрационно-емкостных параметров в скважинах в пределах изучаемых структур с целью их дальнейшего распространения в межскважинном пространстве.

Ключевые слова

Проницаемость, Кыу Лонг бассейн, гидравлические единицы потока

Теория

Карбонатные природные резервуары являются источником приблизительно 60% мировых запасов нефти и газа. Учитывая их значимость и сложность структуры сообщающихся каналов, были проведены обширные исследования [1, 5, 3]. Авторы указывают на гетерогенность карбонатных резервуаров и акцентируют внимание на необходимости формирования их классификации на основе набора определенных литологических типов пород, которые обладают одинаковыми структурно-петрографическими свойствами и регулируются структурой порового пространства и минералогической составляющей, определяющих главные петрофизические свойства коллектора - пористость и проницаемость. В связи с этим, именно, литологические типы пород могут быть выделены в качестве самостоятельных гидравлических единиц потока, имеющих связь как со статическими (пористость), так и динамическими (абсолютная и фазовые проницаемости) параметрами резервуара.

Проницаемость является первостепенным параметром, влияющим на определение динамики добычи нефти. Следовательно, при определении проницаемости необходим метод, который бы позволял с учетом структуры порового пространства отдельных исследуемых образцов керна добиться лучшей корреляции петрофизических зависимостей. Одним из таких методов является метод гидравлических единиц потока (Hydraulic Flow Unit - HFU), суть которого заключается в объединении пород с близкими характеристиками порового пространства и физико-химических свойств в одну единицу, называемую гидравлической единицей потока. Таким образом, чтобы выделить единицы потока, рассчитывается индикатор FZI, который представляет собой отношение проницаемости к пористости и характеризует средний гидравлический радиус поровых каналов, по формуле вида (1):

$$FZI = \frac{1}{\sqrt{F_s} \tau S_{gv}}. \quad (1)$$

При этом вводится понятие индикатора потока зоны IPZ, численно равного FZI и характеризующего поровую структуру (площадь поверхности и кривизну) горной породы. Индикатор IPZ является специфическим для каждой гидравлической единицы потока.

Используя данные ртутного анализа свойств керна (РАК), полученного из 14 скважин на X-геологическом разрезе бассейна Кыу Лонг (Вьетнам), интерпретации данных ГИС и расчета индикатора FZI был построен кумулятивный график IPZ (Рисунок 1).

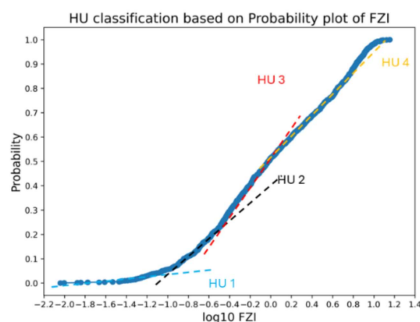


Рисунок 1. Кумулятивный график IPZ

В результате были выделены 4 (четыре) группы коллекторов (ГЕП) с близкими характеристиками порового пространства (Рисунок 2).

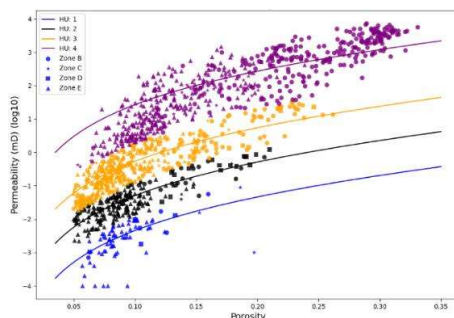


Рисунок 2. Классификация коллекторов (ГЕП) на основе данных о петрофизических параметрах отобранных из скважин образцов керна

После установления числа групп ГЕП были определены методом наименьших квадратов (МНК) средние значения индикатора потока зоны IPZ_{ср} для каждой группы, которые приведены в табл.1. Затем с помощью эмпирических уравнений, составленных для обозначенных гидравлических единиц потока, с учетом следующего подхода была рассчитана проницаемость k .

Из уравнения Кармана-Козени и принятого обозначения следует, что

$$\sqrt{\frac{k}{\phi_e}} = \frac{1}{\sqrt{F_s \tau S_{gv}}} * \frac{\phi_e}{1 - \phi_e} = IPZ_{ср} * PHIZ, \quad (2)$$

где: PHIZ – параметр эффективной пористости, доли ед.

Возведем левую и правую части выражения (2) в квадрат, получим

$$\frac{k}{\phi_e} = IPZ_{cp}^2 * \frac{\phi_e^2}{(1-\phi_e)^2} = IPZ_{cp}^2 * PHIZ^2. \quad (3)$$

Решая его относительно проницаемости k коллектора, имеем

$$k = IPZ_{cp}^2 * \frac{\phi_e^3}{(1-\phi_e)^2} = IPZ_{cp}^2 * PHIZ^2 * \phi_e. \quad (4)$$

Тогда эмпирическое уравнение, аппроксимирующее фактические сведения, полученные для каждой гидравлической единицы потока, с учетом выражения (4) будут иметь вид (5), указанный в табл.1.

$$k = 1014,24 * IPZ_{cp}^2 * \frac{\phi_e^3}{(1-\phi_e)^2}. \quad (5)$$

Таблица 1. Классификация гидравлических единиц потока и прогнозирование проницаемости

(HU)	личество образцов	IPZ			Результат прогноза проницаемости		
		мин	макс	средн.	R ²	MSE	Уравнение
	81	011	062	096	25	.412	$4.24 * (0.05932) * (PHIE^3) / (1-PHIE)^2$
	227	063	241	331	581	.317	$4.24 * (0.24212) * (PHIE^3) / (1-PHIE)^2$
	415	305	649	458	763	.212	$4.24 * (0.6342) * (PHIE^3) / (1-PHIE)^2$
	579	112	38	271	824	.357	$4.24 * (4.2182) * (PHIE^3) / (1-PHIE)^2$

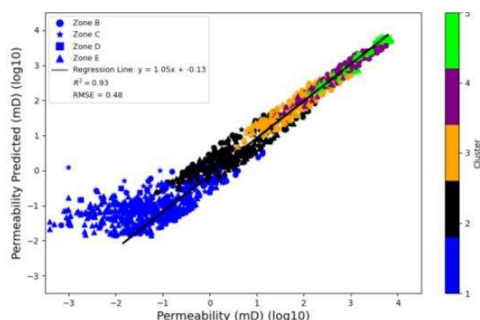


Рисунок 3. Сравнение предсказанной проницаемости и проницаемости данных образцов кернa

Совпадение предсказанных значений проницаемости с величиной проницаемости набора данных для образцов кернового материала, указывает на высокую степень корреляции ($R^2 = 0,93$; $RMSE = 0,48$), подтверждая, тем самым, эффективность применения метода HFU для построения гидродинамической модели карбонатного резервуара.

Выводы

1. Карбонатные породы на X-геологическом разрезе бассейна Кыу Лонг (Вьетнам), демонстрируют «высокую» гетерогенность, с проницаемостью от менее 1 мД до более 2000 мД.
2. Связь между пористостью и проницаемостью является нелинейной функцией и зависит от гидравлической единицы потока.

3. Индивидуальный вид эмпирического уравнения, составленного для определения проницаемости каждой из четырех гидравлических единиц потока (ГПЕ), увеличивает степень точности прогнозов.

4. Для дальнейшего повышения точности и надежности прогнозирования запасов рекомендуется, в дополнение к результатам ртутного анализа кернового материала (РАК), учитывать интерпретации данных геофизических исследований скважин.

Библиография

1. Amaefule, Jude O., Altunbay, Mehmet, Tiab, Djebbar, Kersey, David G., and Dare K. Keelan, 1993. Enhanced Reservoir Description: Using Core and Log Data to Identify Hydraulic (Flow) Units and Predict Permeability in Uncored Intervals/Wells. Paper presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Houston, Texas, October 1993. doi: <https://doi.org/10.2118/26436-MS>

2. Amanat Ali Bhatti, Atif Ismail, Arshad Raza, Raoof Gholami, Reza Rezaee, Ramasamy Nagarajan, Eric Saffou, 2020. Permeability prediction using hydraulic flow units and electrofacies analysis, Energy Geoscience, Volume 1, Issues 1–2, 2020, Pages 81-91, ISSN 2666-7592, <https://doi.org/10.1016/j.engeos.2020.04.003>

3. Amaefule, J.O., et al. (1993) Enhanced Reservoir Description: Using Core and Log Data to Identify Hydraulic (Flow) Units and Predict Permeability in Uncored Intervals/Wells. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Houston, October 1993, 205-220. <https://doi.org/10.2118/26436-MS>

4. Al-Ajmi, Fahad A., Aramco, Saudi, and Stephen A. Holditch, 2000. Permeability Estimation Using Hydraulic Flow Units in a Central Arabia Reservoir. Paper presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, Texas, October 2000. doi: <https://doi.org/10.2118/63254-MS>

5. Dunham, R.J. (1962) Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. In: Ham, W.E., Ed., Classification of Carbonate Rocks, AAPG, Tulsa, 108-121.

6. Khalid, Mostafa & Desouky, Saad & Rashed, Mohammed & Shazly, Tarek & Sediek, Kadry. (2019). Application of hydraulic flow units' approach for improving reservoir characterization and predicting permeability. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 10. 10.1007/s13202-019-00758-7.