

УДК 550.832  
МРНТИ 38.57.19

<https://doi.org/10.55452/1998-6688-2023-20-3-89-97>

Джайлганов С.Н.\*<sup>1</sup>, Тулемисова Ж.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «Озенмунайгаз», 130200, г. Жанаозен, Казахстан

<sup>2</sup>Казахстанско-Британский технический университет, 050000, г. Алматы, Казахстан

\*E-mail: jailganovs@gmail.com

## ПРЯМОЕ СОПОСТАВЛЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ С ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТЬЮ ЮРСКОГО ИНТЕРВАЛА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ БУЗАЧИНСКОГО СВОДА

**Аннотация.** Зачастую промысловая геофизика является основным и широко распространенным методом в нефтегазовой отрасли. Наиболее полную характеристику кривые ГИС имеют, когда они основаны на изучении прямого материала, каковым является керн. Данный научный проект в основном направлен на изучение взаимоотношений коллекторов разных генераций и их фациальной принадлежности, которые способствуют более правильному пониманию строения объектов эксплуатации с учетом литологической неоднородности и расчлененности продуктивных горизонтов. Применение практического значения знания особенностей и закономерностей образования песчаных тел при дальнейшей разработке месторождения с целью повышения коэффициентов извлечения нефти. В данной статье сопоставим коллекторские интервалы, сложенные как средне-, так и крупнозернистыми песчаниками, с данными геофизических исследований скважин, а также рассмотрим их пространственное распространение по данным сейсмо-атрибутного анализа, основанного на 3Д-сейсморазведочных данных. Далее по результатам проведенного спектрометрического гамма-каротажа на керне была выполнена увязка керна и ГИС с целью более точного определения петрофизических свойств по литофациям. В заключение подводятся краткие выводы практических и лабораторных работ и делаются окончательные выводы.

**Ключевые слова:** геология, керн, сейсморазведка, атрибутный анализ, частота, палеорусл, песчаник, глинистость.

### Введение

Атрибутный анализ – это результат некоторых математических преобразований сейсмических данных, нацеленных на извлечение дополнительной информации о латеральной неоднородности в пределах исследуемой площади. Однако тут стоит оговориться, что сейсмическая трасса в пространственном эквиваленте является одномерной (1Д) и представляет собой набор следующей информации: частота, амплитуда, изменение частотного диапазона, форма кривой. В свою очередь, объемный массив сейсмических данных, который состоит из суммы большого количества сейсмических трасс, представляет собой пространственное распределение вышеупомянутых параметров (3Д) и характеризуется погружением, азимутальным изменением, прерывистостью, схожестью и криволинейностью [1].

Перечень сейсмических атрибутов очень велик, поскольку каждый из них используется для решения геологических задач. Ниже приведено описание лишь некоторых из них, которые непосредственно применялись в рамках данной работы, а также доказали свою информативность в процессе тестирования [2].

### *Sweetness*

Данный сейсмический атрибут является смесью Envelope и Instantaneous Frequency, формула которого выражается в следующем виде:

$$Sweetness = envelope/SQRT(Instantaneous Filter)$$

### *RelAcImp*

Физический атрибут, который отражает контраст физических свойств и обеспечивает лучшую

привязку со скважинными данными для геологического анализа. Генерируется путем интеграции сейсмической трассы и последующего фильтра низких частот для удаления произвольных длинноволновых трендов [3].

#### Основные положения

При рассмотрении коллекторских интервалов по данным сейсмо-атрибутивного анализа выполнена процедура спектрального преобразования сейсмических кубов с целью подготовки входных данных для выполнения сейсмо-атрибутивного анализа. Преобразование производилось на основе технологии eXchroma<sup>SG</sup>, основанной на спектральном разложении сейсмических амплитуд на разные частотные составляющие [4].

В начале процесса преобразования задается на вход сейсмический массив данных. Методика преобразования Gapped и расчетные параметры присвоены по умолчанию в соответствии с входными сейсмическими данными. В результате получены три сейсмических массива, названия которых соответствуют буквам аббревиатуры RGB:

- R – низкочастотный сейсмический куб;
- G – среднечастотный сейсмический куб;
- B – высокочастотный сейсмический куб.

Результаты спектральной декомпозиции eXchromaSG возможно визуализировать при помощи стандартного RGB-иллюстратора.

В последующем результирующие сейсмо-спектральные кубы RGB соединены в единый сейсмический куб при помощи опции BOX PROBE программного обеспечения Pertel. В результате объединенный сейсмический куб подвергся спрямлению на поверхность, в пределах которой планировалось локализовать объекты с отличительными плотностными характеристиками или же стратиграфические неоднородности, выделяющиеся в поле упругих колебаний [5].

#### Материалы и методы

На атрибутивных срезах по продуктивному горизонту наблюдается множество стратиграфических тел, которые напрямую коррелируются с русловыми каналами погребенных рек (рисунки 1 и 2). Большинство русел направлены на запад, лишь некоторые из них направлены на юго-запад. Визуально палеорусла можно поделить на 2 категории: крупные и мелкие [6].

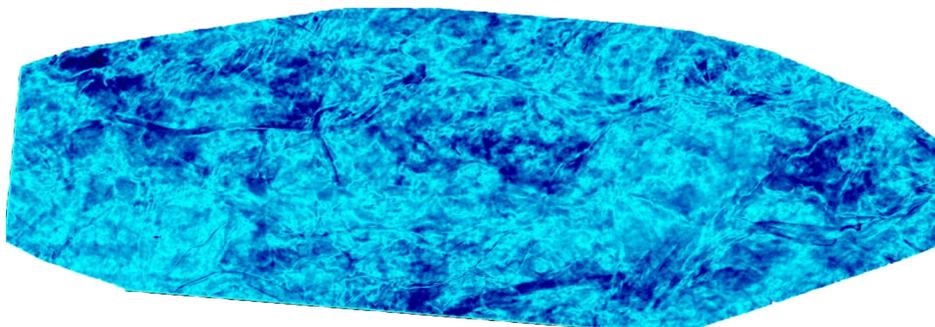


Рисунок 1 – Срез в пределах продуктивного горизонта атрибутивного куба Sweetness

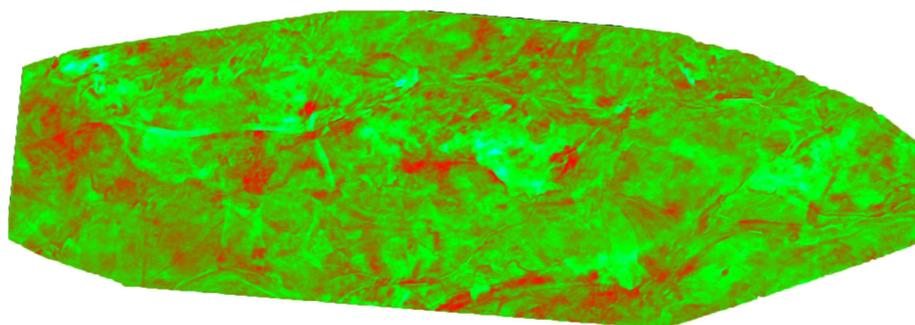


Рисунок 2 – Срез в пределах продуктивного горизонта атрибутивного куба Relative Acoustic Impedance

В результирующей карте спектральной декомпозиции выделили русловый канал (рисунок 3). Данный объект был вскрыт несколькими скважинами, но выбрали 8 скважин в пределах выделенного полигона и одну скважину за пределами (скважина №2) (рисунок 4). Основным критерием при выборе скважин были качественные каротажные кривые. На рисунках 5 и 6 приведены каротажные кривые гамма-каротажа и коэффициента глинистости в пределах продуктивного горизонта.

Как показано в корреляционной схеме, русловые каналы подтверждаются скважинными данными. Мощность палеорусла в скважинах изменяется от 12 м до 19 м [7].

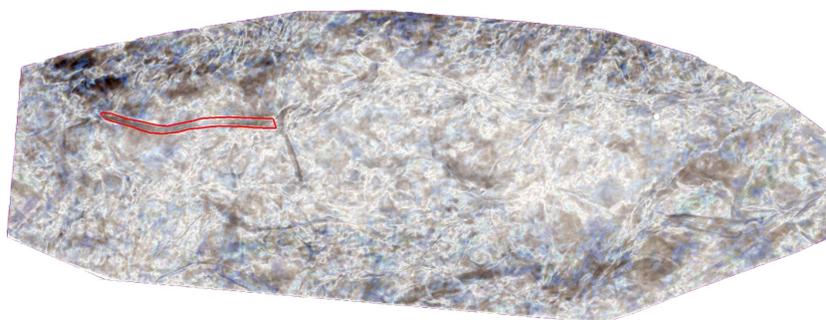


Рисунок 3 – Срез куба спектральной декомпозиции по технологии eXchroma<sup>SG</sup> в пределах продуктивного горизонта

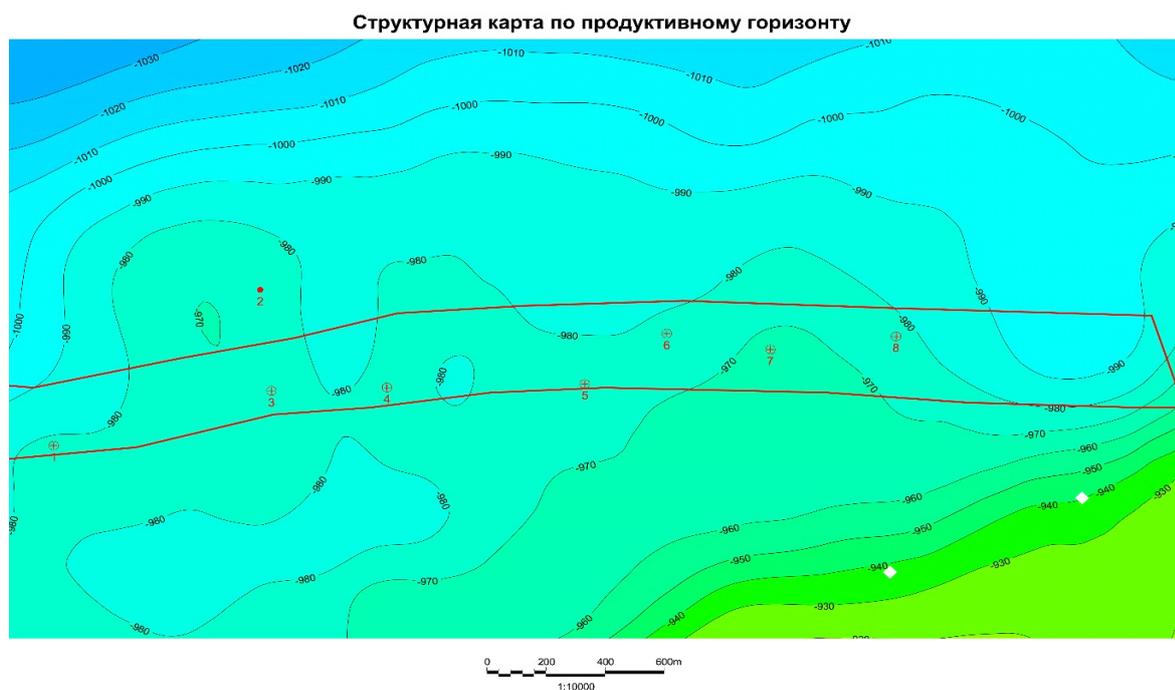


Рисунок 4 – Структурная карта по продуктивному горизонту

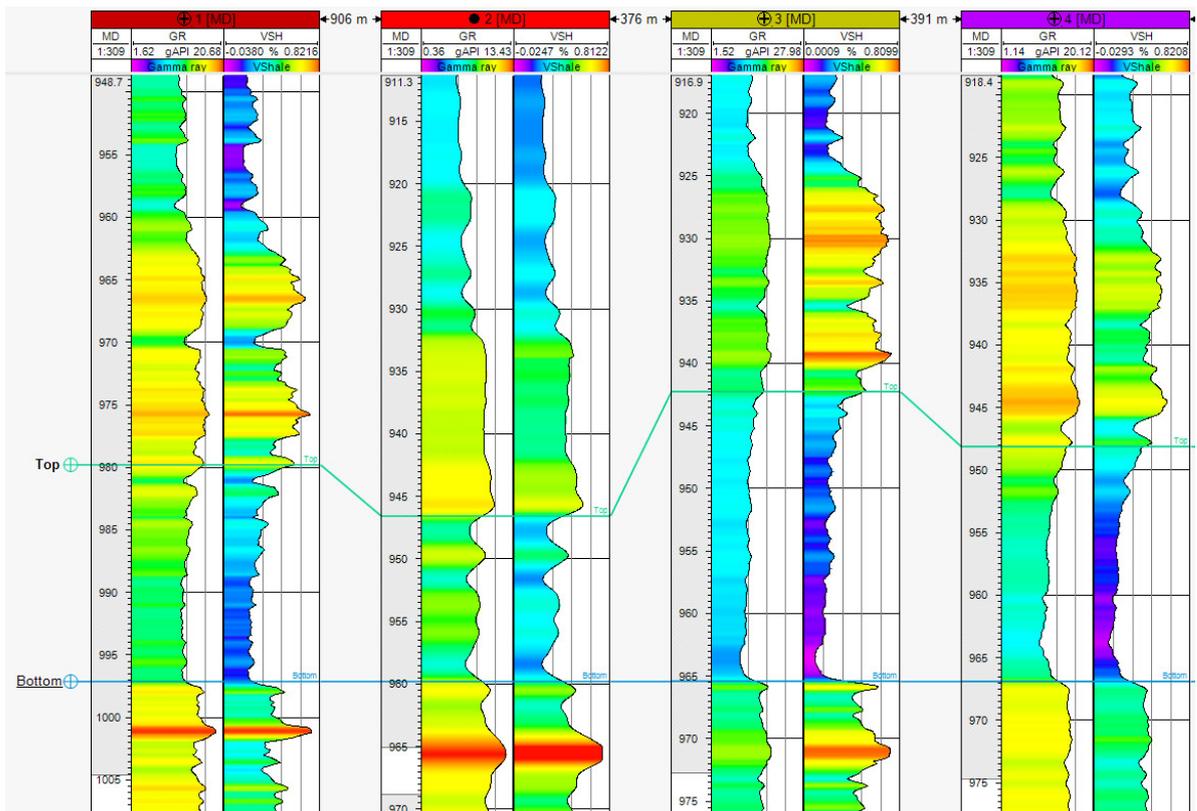


Рисунок 5 – Корреляционная схема

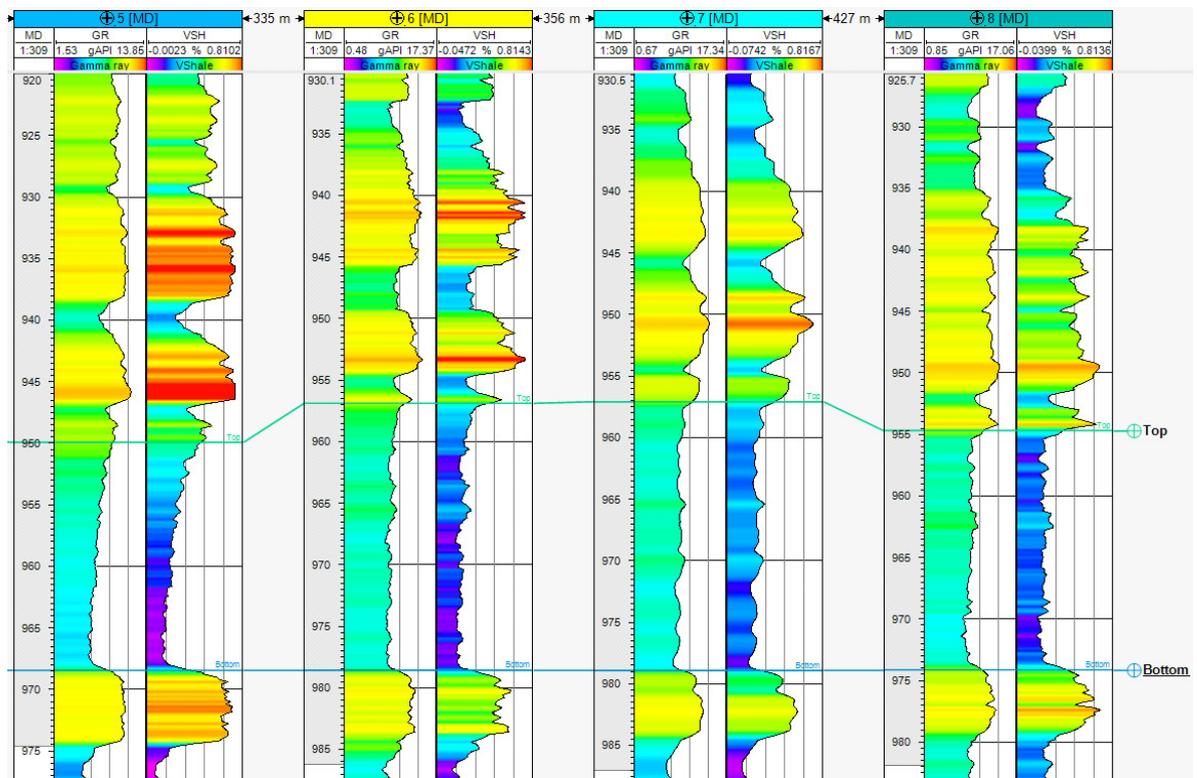


Рисунок 6 – Корреляционная схема

**Результаты и обсуждение**

Литологические породы в пределах изучаемой залежи представлены песчаниками средне-, крупнозернистыми с различным содержанием алевритистой и глинистой составляющей. Также в изучаемом разрезе имеются уплотненные породы. На рисунке 7 представлено фото песчаника изучаемой залежи.

На рисунке 8 представлена зависимость проницаемости от пористости по изучаемой залежи. Зависимость характеризуется высоким показателем аппроксимации порядка 90%, что указывает на хорошую корреляцию петрофизических свойств в зависимости от литологии [8].

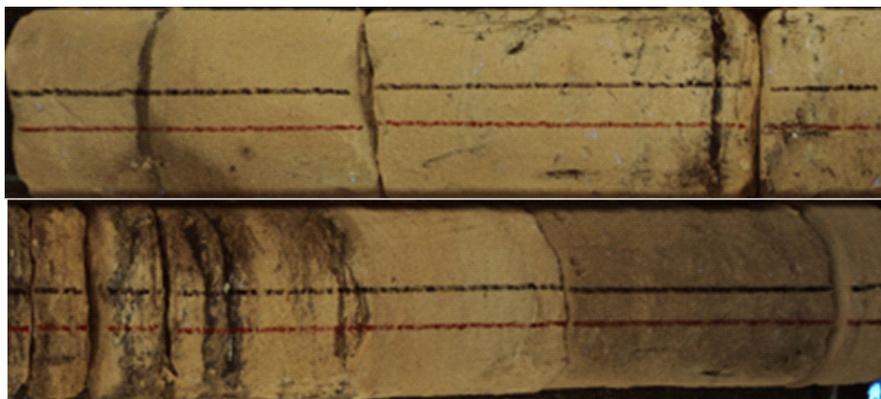


Рисунок 7 – Фото песчаника по скважине 2

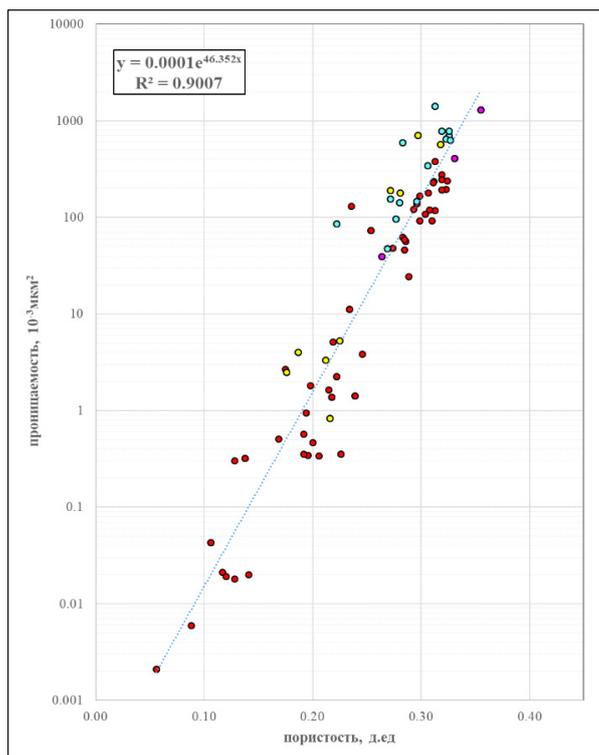


Рисунок 8 – Соотношение «проницаемость – пористость» по изучаемой залежи

На рисунке 9 представлена скважина №2, находящаяся вблизи полигона палерусла и которая подтверждает наличие песчаного тела, однако отличается по своей толщине в сторону уменьшения эффективной толщины, поэтому не может быть оконтурена по данным сейсмоки [9]. Краткая геофизическая характеристика представлена в таблице 1. Глинистость изучаемой залежи варьируется от 0,17 д.ед до 0,23 д.ед и в среднем составляет 0,20 д.ед. Пористость изменяется от 0,25 д.ед до 0,31 д.ед и в среднем составляет 0,28 д.ед., проницаемость в среднем составляет 220 мД [10].

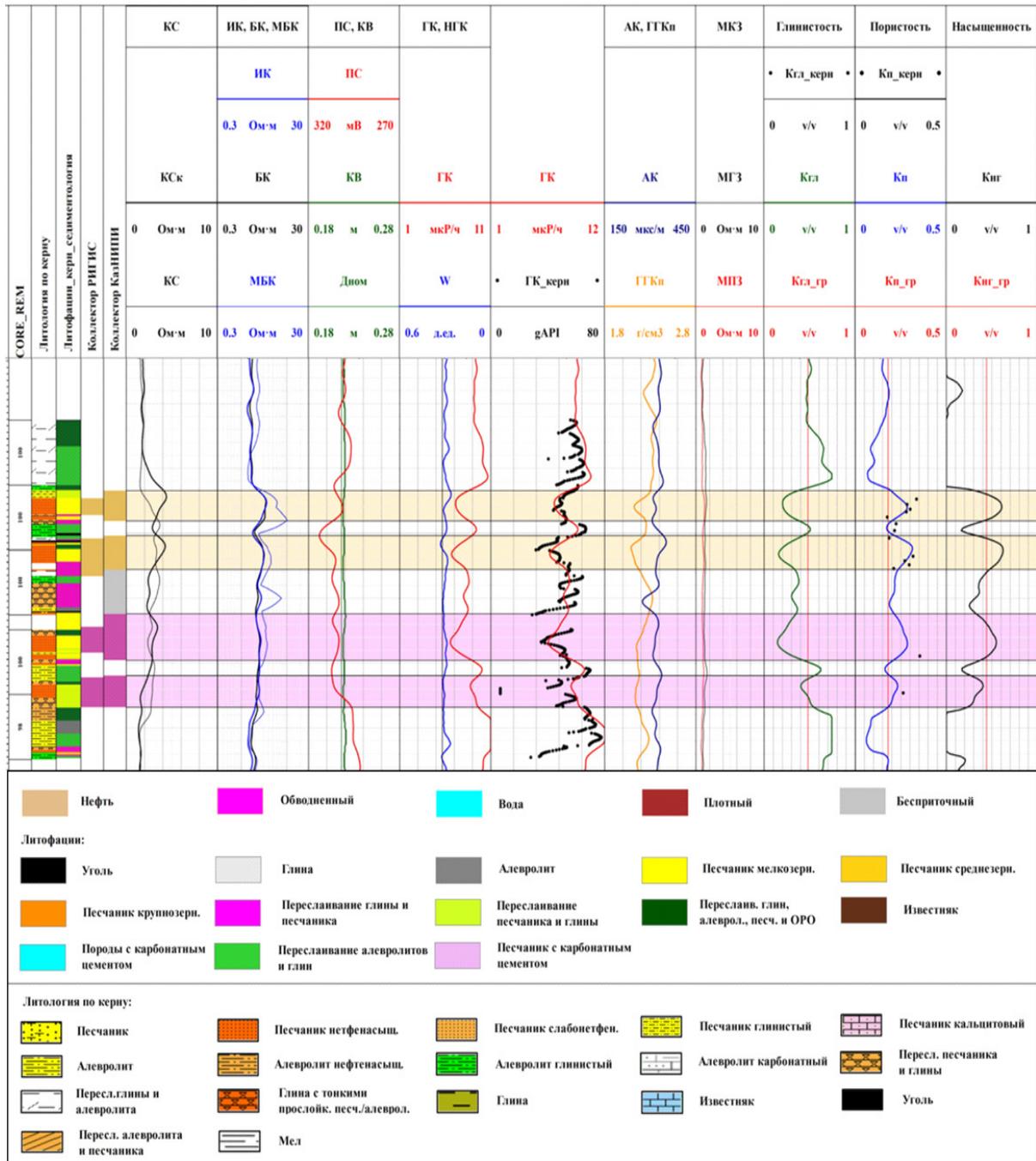


Рисунок 9 – Фрагмент скважины №2 с отбором керна

Таблица 1 – Геофизическая характеристика изучаемой залежи

Скв.	Толщина, м	БК, Ом*м	ГК, мкР/ч	ГТКп, г/см <sup>3</sup>	АК, мкс/м	Кгл, д.ед	Кп, д.ед	Кпр, мД
1	8,6	5,52	12,6			0,23	0,29	273
2	9,6	2,61	7,2	2,19	324	0,22	0,29	315
3	18,6	9,02	12,3			0,22	0,28	243
4	14,4	6,02	10,8			0,18	0,31	372
5	14,5	6,55	7,2	2,21	316	0,22	0,25	128
6	11,6	10	7,4	2,25	327	0,17	0,25	128
7	19,3	10	6,3	2,25	329	0,19	0,26	134
8	15,8	2	7,6	2,22	356	0,19	0,26	169

### Заключение

По результатам проведенных седиментологических работ получено понимание вертикального и площадного распределения фаций и условий осадконакопления в изучаемых скважинах. Интерпретированы фациальные типы пород, обстановки осадконакопления как в интервалах керна, так и в местах его отсутствия. Составлены детальные седиментологические планшеты и приведены фотографии, которые детально иллюстрируют разнообразие и характеристики выделяемых фациальных типов пород. По совокупности выявленных характеристик сделаны выводы о модели осадконакопления. По каротажным данным проведена нормировка кривой ГК и интерпретация кривой глинистости в едином ключе для целей фациального анализа в интервалах отсутствия керна.

Также были выполнены работы привязки керна по данным СГК, проведен детальный сейсмоатрибутивный анализ по продуктивным горизонтам с выполнением структурной интерпретации. Выделено большое количество палеорусел в целевом интервале и сопоставлены с данными сейсмофациальной модели, а также атрибутного анализа.

### Литература

- 1 Barnes, Arthur E. Hand book of Poststack Seismic Attributes / Elizabeth Lorenzetti Harvey. – Тулса, США: Общество геофизиков-разведчиков, 2016. ISBN 978-I-56080-331-7.
- 2 Anees M. Seismic attribute analysis for reservoir characterization / 10th Biennial International Conference and Exposition, 2013.
- 3 Chen Q., Sidney S. Seismic attribute technology for reservoir forecasting and monitoring // Lead. Edge. – 1997. – С. 445–456.
- 4 Chopra S., Marfurt K.J. Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization. – Тулса, 2007. – 457 с.
- 5 Azevedo L., Pereira G.R. Seismic Attributes in Hydrocarbon Reservoir Characterization. – Университет Авейро, 2009.
- 6 Муромцев В. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. – М.: Недра, 1984. – С. 260.
- 7 Стандартный и специальный комплекс исследований керна из оценочных скважин месторождений АО «Мангистаумунайгаз». – Актау: ЦНЛИ, филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИмунайгаз», 2019.
- 8 Бадоев Т.И., Шаховой Л.И. и др. Подсчет запасов нефти и газа по месторождению Каламкас Мангышлакской области КазССР по состоянию на 1 июня 1979 г. – Гурьев: КазНИГРИ, КЭ МНГР, 1979.
- 9 Стандартные и специальные исследования керна из оценочных скважин и эксплуатационных скважин. – Актау: ЦНЛИ, филиал ТОО «НИИ ТДБ «КМГ» «КазНИПИмунайгаз», 2018.
- 10 Крупин А.А., Дорофеева Л.Е. и др. Пересчет начальных запасов нефти, газа и попутных компонентов юрской продуктивной толщи по месторождению Каламкас по состоянию изученности на 01.01.2006. – Актау: ТОО «НПЦ», 2007.

### References

- 1 Barnes, Arthur E. (2016) Hand book of Poststack Seismic Attributes. Elizabeth Lorenzetti Harvey. ISBN 978-I-56080-331-7.
- 2 Anees M. (2013) Seismic attribute analysis for reservoir characterization. 10th Biennial International Conference and Exposition.
- 3 Chen Q., Sidney S. (1997) Seismic attribute technology for reservoir forecasting and monitoring. Lead. Edge, pp. 445–456.
- 4 Chopra S., Marfurt K.J. (2007) Seismic attributes for prospect identification and reservoir characterization, 457 p.
- 5 Azevedo L., Pereira G.R. (2009) Seismic Attributes in Hydrocarbon Reservoir Characterization, Universitet Avejro.
- 6 Muromcev V. (1984) Jelektrometricheskaja geologija peschanyh tel – litologicheskikh lovushek nefti i gaza, Moscow, Nedra, p. 260.
- 7 Standartnyj i special'nyj kompleks issledovanij kerna iz ocenochnyh skvazhin mestorozhdenij AO «Mangistaumunajgaz». Aktau, CNLI, filial TOO «KMG Inzhiniring» «KazNIPImunajgaz», 2019.
- 8 Badoev T.I., Shahovoj L.I. i dr. (1979) Podschet zapasov nefti i gaza po mestorozhdeniju Kalamkas Mangyshlakskoj oblasti KazSSR po sostojaniju na 1 ijunja 1979 g. Gur'ev: KazNIGRI, KJe MNGR.
- 9 Standartnye i special'nye issledovanija kerna iz ocenochnyh skvazhin i jekspluatacionnyh skvazhin. Aktau, CNLI, filial TOO «NII TDB «KMG» «KazNIPImunajgaz», 2018.
- 10 Krupin A.A., Dorofeeva L.E. i dr. (2007) Pereschet nachal'nyh zapasov nefti, gaza i poputnyh komponentov jurskoj produktivnoj tolshhi po mestorozhdeniju Kalamkas po sostojaniju izuchennosti na 01.01.2006. Aktau, TOO «NPC».

### Информация об авторах

**Джайлганов Саламат Нурнубаевич** (автор для корреспонденции)

Бакалавр, техник-геолог цеха по добыче нефти и газа АО «Озенмунайгаз», г. Жанаозен

ORCID ID: 0009-0004-0067-2920

E-mail: jailganovs@gmail.com

**Тулемисова Жамал Сериковна**

PhD, ассистент-профессор Школы геологии и геологоразведки, Казахстанско-Британский технический университет, ул. Толе би, 59, 050000, г. Алматы, Казахстан

ORCID ID: 0000-0003-1803-4535

E-mail: z.tulemissova@kbtu.kz

### Авторлар туралы мәліметтер

**Джайлганов Саламат Нурнубаевич** (корреспонденция авторы)

Бакалавр, «Өзенмұнайгаз» АҚ мұнай және газ өндіру цехының техник-геологы, Жаңаөзен қ.

ORCID ID: 0009-0004-0067-2920

E-mail: jailganovs@gmail.com

**Тулемисова Жамал Сериковна**

PhD, Геология және геологиялық барлау мектебінің ассистент-профессоры, Қазақстан-Британ техникалық университеті, Төле би көш., 59, 050000, Алматы қ., Қазақстан

ORCID ID: 0000-0003-1803-4535

E-mail: z.tulemissova@kbtu.kz

### Information on the authors

**Jailganov Salamat Nurnubaevich** (corresponding author)

Bachelor, technician-geologist of oil and gas production shop of «Ozenmunaigas» JSC, Zhanaozen.

ORCID ID: 0009-0004-0067-2920

E-mail: jailganovs@gmail.com

**Tulemissova Zamal Serikovna**

PhD, Assistant professor, School of Geology and Geological Exploration, Kazakh-British Technical University, 59, Tole bi str., 050000, Almaty, Kazakhstan

ORCID ID: 0000-0003-1803-4535

E-mail: z.tulemissova@kbtu.kz

**Джайлганов С.Н.<sup>\*1</sup>, Тулемисова Ж.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>«Өзенмұнайгаз» АҚ, 130200, Жаңаөзен қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Қазақстан-Британ техникалық университеті, 050000, Алматы қ., Қазақстан

\*E-mail: jailganovs@gmail.com

## БОЗАШЫ КҮМБЕЗІНІҢ КЕН ОРНЫНДА ЮРА АРАЛЫҒЫНЫҢ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ӨРІСТЕРІНІҢ ӨЛШЕМДЕРІН ЛИТОЛОГИЯЛЫҚ БІРТЕКТІЛІГІМЕН ТІКЕЛЕЙ САЛЫСТЫРУ

**Аңдатпа.** Қазіргі таңда өндірістік геофизика мұнай-газ өнеркәсібінде негізгі және кең тараған әдіс болып табылып отыр. Егер ұңғыны геофизикалық зерттеу кернді зерттеумен тікелей негізделгенсе, ол толық сипатқа ие болады.

Бұл ғылыми жоба негізінен литологиялық гетерогенділік пен өнімді горизонттардың бөлінуін ескере отырып, пайдалану объектілерінің құрылымын неғұрлым дұрыс түсінуге ықпал ететін әртүрлі генерациялармен олардың фацияларының байланысын зерттеуге бағытталған. Сонымен қатар, мұнайға қаныққан денелердің қалыптасу ерекшеліктері мен заңдылықтары туралы білімнің практикалық мәнін, және де кен орнын одан әрі игеруге, мұнай беру коэффициенттерін арттыру мақсатында орындалып отыр. Бұл мақалада біз орташа және ірі түйіршікті құмтастардан тұратын қабат интервалдарын, ұңғыны геофизикалық зерттеу деректерімен салыстырамыз және 3D сейсмикалық деректерге негізделген сейсмикалық атрибуттық талдауға сәйкес олардың кеңістікте таралуын бөлшектік түрде қарастыратын боламыз. Әрі қарай, литофациялардың петрофизикалық қасиеттерін дәлірек анықтау үшін ядродағы спектрометриялық гамма-каротаждың нәтижелері бойынша керн мен ұңғыма каротажы жоспар бойынша байланыстырылды. Соңғы қорытынды бөлімде практикалық және зертханалық жұмыстардың қысқаша әрі нақты сынақ нәтижелері жинақталып, соңғы талдау жұмыстары жүргізілді.

**Тірек сөздер:** геология, керн, сейсмикалық барлау, атрибуттық талдау, жиілік, палеорусл, құмтас, саздылық.

**Jailganov S.N.\*<sup>1</sup>, Tulemissova Z.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>«Ozenmunaigas» JSC, 130200, Zhanaozen, Kazakhstan

<sup>2</sup>Kazakh-British Technical University, 050000, Almaty, Kazakhstan

\*E-mail: jailganovs@gmail.com

**DIRECT COMPARISON OF MEASUREMENTS OF GEOPHYSICAL FIELDS WITH  
LITHOLOGICAL HETEROGENEITY OF THE JURASSIC PERIOD AT THE FIELD OF  
BUZASHY VAULT**

**Abstract.** Often, production geophysics is the main and widespread method in the oil and gas industry. Well logging curves have the most complete characteristics when they are based on the study of direct material, which is the core. This scientific project is mainly aimed at studying the relationship of reservoirs of different generations and their facies belonging, which contribute to a more correct understanding of the structure of exploitation objects, taking into account lithological heterogeneity and dissection of productive horizons. Application of the practical value of knowledge of the features and patterns of formation of sand bodies in the further development of the field, in order to increase oil recovery factors. In this article, we compare reservoir intervals composed of both medium and coarse-grained sandstones with well logging data, and consider their spatial distribution according to seismic-attribute analysis based on 3D seismic data. Further, based on the results of the spectrometric gamma logging on the core, the core and well logging were linked in order to more accurately determine the petrophysical properties of lithofacies. In conclusion, brief conclusions of practical and laboratory work are summarized and final conclusions are drawn.

**Key words:** geology, core, seismic, attribute analysis, frequency, paleochannel, sandstone, shale.