

# Выделение геологических границ сложнопостроенных карбонатных коллекторов сверхвязких нефтей (СВН) на территории Муслюмовской разведочной площади

Р.Р. Хазиев, Л.З. Анисимова, К.Ю. Колузаева  
ИПЭН АН РТ, Казань, Россия  
radmir361@mail.ru

## Аннотация

В работе изучены литолого-геохимические особенности нижнепермского отдела по керновому материалу скважины, пробуренной на северо-восточном склоне Южно-Татарского свода. По данным первичного описания кернового материала установлено, что разрез пермской и верхнекаменноугольной систем представлен ритмичным чередованием карбонатных и карбонатно-сульфатных пород с редкими прослоями глин, толщиной 5–10 см. При описании керна по литологическим особенностям и фаунистическим остаткам не удалось детально стратифицировать геологические границы в пределах изучаемого разреза. Дробные геологические границы малоизученного разреза удалось стратифицировать по данным анализа лито-фациальных карт и распределения основных породообразующих оксидов по разрезу скважины. В результате границы, выделенные по литературным данным, согласуются с границами, выделенными по резким изменениям содержания породообразующих оксидов.

## Ключевые слова

пермская система, месторождение СВН, хемотратиграфия, литофациальный анализ, выделение геологических границ, рентген-флуоресцентный анализ.

## Материалы и методы

Табличные данные исследованиями валовой геохимии кернового материала из отложений пермо-карбона. Литофациальный анализ и построение кривых вариаций оксидного состава пермских и верхнекаменноугольных отложений по разрезу исследуемой скважины.

## Для цитирования:

Р.Р. Хазиев, Л.З. Анисимова, К.Ю. Колузаева. Выделение геологических границ сложнопостроенных карбонатных коллекторов сверхвязких нефтей (СВН) на территории Муслюмовской разведочной площади // Экспозиция Нефть Газ. 2020. №3. С. 16-19. DOI:10.24411/2076-6785-2020-10083.

Поступила в редакцию: 21.04.2020

GEOPHYSICS

UDC 551 | Original Paper

## Allocation of geological borders of complex structure carbonate reservoirs superviscous oils (SVO) in the territory of Muslyumovskaya square

Radmir R. Khaziev, Liliya Z. Anisimova, Kseniya Yu. Koluzaeva  
IPEM TAS, Kazan, Russian Federation  
radmir361@mail.ru

## Abstract

In present work litological and geochemical features of lower permian sediments of core material of the well drilled on a northeast slope of the Southern Tatar arch are studied. According to primary description of core material it is established that the section of the permian and upper carboniferous systems is provided by rhythmical alternation of carbonate and carbonate and sulfate breeds with rare pro-layers of clays, 5–10 cm thick. At the description of a core on lithologic features and the faunistic remains it was not succeeded to stratify in details geological borders within the studied section. During work geological borders of a poorly studied section on analysis findings of lithofacies maps and distributions of the main rock-forming oxides on a section of the permian and upper carboniferous thickness are allocated. As a result of border, allocated according to literary data, will be agreed with the borders allocated on sharp changes of content of rock-forming oxides.

## Keywords

As a result of the research, geological boundaries of the Lower permian sediments in the well, which opened the deposits of the lower perm, were isolated.

from permian and carboniferous sediments. Lithofacial analysis and construction of curves of variations of oxide composition of Permian and upper Carboniferous system on the section of the studied well.

## Materials and methods

Tabular data of studies of bulk geochemistry of core material

the permian system, fields of SVO, a chemostratigraphy, the lithofacies analysis, allocation of geological borders, X-ray-fluorescent analysis.

## For citation:

Radmir R. Khaziev, Liliya Z. Anisimova, Kseniya Yu. Koluzaeva. Allocation of geological borders of complex structure carbonate reservoirs superviscous oils (SVO) in the territory of Muslyumovskaya square // Ekspozitsiya Net' Gaz = Exposition Oil Gas, 2020, issue 3, pp.16-19. (In Russ.). DOI:10.24411/2076-6785-2020-10083.

Received: 21.04.2020

## Ведение

На территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции добыча легкоизвлекаемых нефтей из отложений девонской системы ведется более 50 лет, что влечет за собой в будущем планомерное истощение запасов легких углеводородов (УВ). Это обстоятельство вызывает необходимость ввода в эксплуатацию трудноизвлекаемых запасов углеводородов и сверхвязких нефтей (СВН).

Одним из перспективных объектов, содержащих запасы СВН являются карбонатные отложения нижнепермского отдела на территории востока и северо-востока Южно-татарского свода (ЮТС).

Отложения нижнепермского отдела на территории Республики Татарстан (РТ) изучаются с 70-гг. 20 в. на поиск залежей СВН. Открытые и разведанные залежи сосредоточены в пределах южной части Южно-Татарского свода (ЮТС) на территории Бавлинского, Альметьевского и, частично, Аксубаевского района РТ (рис. 1)

Следует отметить, что перспективы поисковых геолого-разведочных работ распространяются также и на севере ЮТС в пределах Муслумовской и Тлянчи-тамакской разведочной площади, где по данным поискового бурения выявлены нефтепроявления в сакмарских отложениях.

Необходимо отметить, что карбонатные коллектора нижнепермских отложений характеризуются однотипным литологическим строением, что вызывает определенные трудности в выделении дробных стратиграфических границ для межскважинной корреляции. В настоящей работе представлена методика выделения границ сложнопостроенных карбонатных коллекторов при помощи литофациального анализа в дополнении с экспериментальной частью (построение кривых вариаций основных породообразующих оксидов карбонатных отложений нижнепермского отдела).

## Объект исследования

Объектом в работе послужили данные описания кернового материала биотестирующей скважины, расположенной в пределах Муслумовской разведочной площади; а также сам керновый материал (с полным отбором от уфимских до верхнекаменноугольных отложений)

По данным описания керна в геологическом журнале нижнепермские отложения представлены ритмичным переслаиванием карбонатных, карбонатно-сульфатных и сульфатных горных пород. По этим данным был построен литолого-стратиграфический разрез скважины.

Однако, первоначально построенный вариант разреза, по данным первичного описания, оказался неполным ввиду отсутствия информации о положении границ ярусов и горизонтов в нижнепермском отделе (рис.2).

При повторном описании разреза скважины, авторами выделены отдельные интервалы с фаунистическими остатками, характерными для отложений пермо-карбона (в частности фузулиниды) (рис. 3). Попытка определить точный возраст отложений по ископаемым остаткам оказалась безрезультатной, ввиду сильной измененности большинства выявленных фаунистических остатков процессами наложенного эпигенеза [6].

Осложнения при выделении границ в разрезе скважины также вызваны отсутствием каротажных диаграмм, по которым, возможно, удалось бы выделить геологические границы.

## Материалы и методы:

Для решения проблемы дробной стратификации разреза нижней перми вся работа условно разделилась на 2 этапа: первый — анализ лито-фациальных карт для выделения предполагаемых геологических границ по анализу толщин и геологического строения разреза на исследуемой площади; на втором

этапе — построение кривых вариаций породообразующих оксидов и корректировка геологических границ, выделенных на первом этапе.

Для проведения рентген-флуоресцентного анализа (РФА), были отобраны образцы со средним шагом 3–4 м по разрезу пермо-карбона. Изначально общая выборка составила 130 образцов, однако, в ходе измерений часть образцов были отбракованы по причине сильного расхождения суммы процентного содержания основных породообразующих оксидов (менее 98%). В результате новая



Рис. 1 — Фрагмент тектонической карты с расположением открытых и разведанных месторождений СВН (по данным [4, 7])  
Fig. 1 — Fragment of tectonic map with location of open and explored deposits of SVO (according to [4,7])

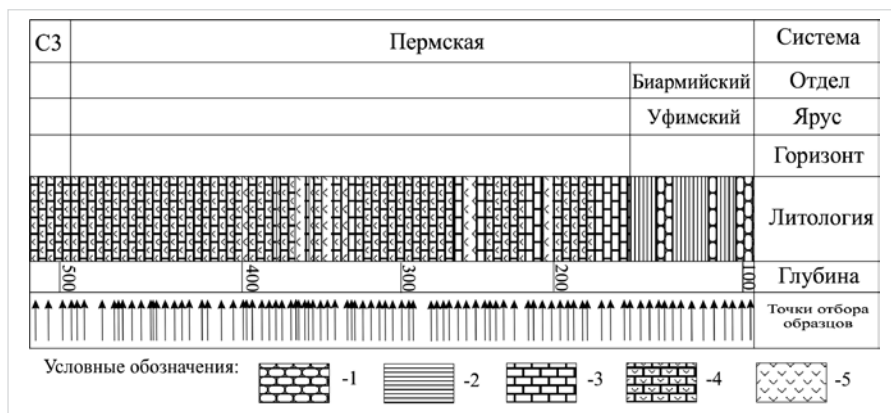


Рис. 2 — Первоначальный вариант разреза биотестирующей скважины.  
Условные обозначения: 1 — песчаники; 2 — глины и аргиллиты; 3 — известняки; 4 — заглипсованные известняки; 5 — гипсы и ангидриты, СЗ — верхнекаменноугольная система  
Fig. 2 — Initial version of the section of the biotesting well. Legend: 1 — sandstones; 2 — clays and argillites; 3 — limestones; 4 — lipped limestone; 5 — gypsum and anhydrite, СЗ — an upper carboniferous system

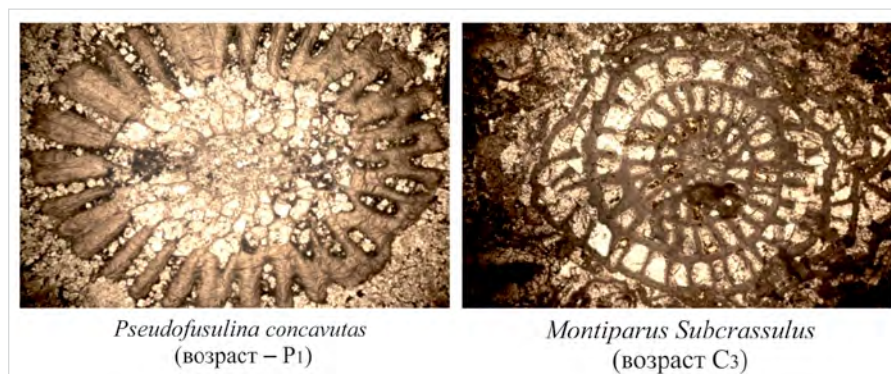


Рис. 3 — Идентифицированные фаунистические остатки отложения пермской и каменноугольной системы разреза изучаемой скважины  
Fig. 3 — Identified faunistic residues of the deposit of Permian and carboniferous system of the studied well

выборка составила 90 образцов. В работе на этом этапе применен метод химической стратиграфии [1,8] с целью детального расчленения разреза пермской системы. Особенно эффективен этот метод в отложениях где отсутствуют литологические (слоистость, цвет породы, наличие маркирующих слоев) и фаунистические (раковины брахиопод, двусторок) признаки для стратификации.

## Результаты и обсуждения

### 1 этап. Анализ геологического разреза скважины по литофациальным картам

По набору литолого-фациальных карт отложений пермо-карбона [2] были проанализированы литологические разрезы и толщины ярусов нижне- и среднепермского отдела в районе исследуемой скважины (рис. 4). Ввиду «ритмичности» разреза предполагаемые границы стратонав нанесены с учетом толщины каждой стратиграфической единицы и смены литологии по разрезу скважины. В таб. 1 показаны результаты литофациального анализа.

На рис. 5 показан литолого-стратиграфический разрез с дополненными и откорректированными границами по данным результата работы на 1 этапе.

### 2 этап. Корректировка геологических границ хемостратиграфическим методом

Как было сказано выше, выборка составила 90 образцов по разрезу скважины. Все отобранные образцы подверглись анализу оксидного состава и были построены кривые вариации основных породообразующих оксидов по разрезу скважины. Разрез скважины с кривыми вариаций отображен на рис. 6. Согласно [8] в хемогенных осадках резкое изменение содержания основных породообразующих оксидов свидетельствует о смене климатогеографических условий осадконакопления. Так как разрез по большей части сложен карбонатами и, частично, терригенными породами для анализа рассмотрены следующие породообразующие оксиды: SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> для терригенных; CaO, MgO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> для карбонатных отложений.

Как видно на разрезе, резкие изменения процентного содержания породообразующих оксидов четко накладываются на литостратиграфические границы, выделенные на первом этапе. Наиболее информативными при анализе кривых вариаций установлены следующие оксиды: SiO<sub>2</sub>, CaO, MgO. Все это подтверждает эффективность метода хемостратиграфии при работе со сложнопостроенными карбонатными коллекторами, где выделение геологических границ трудно по литологическим и фаунистическим критериям.

Вышеописанная методика выделения геологических границ имеет следующие преимущества:

- 1) метод эффективен в случае отсутствия каротажных диаграмм;
- 2) хорошо работает в «немых» толщах;
- 3) нет необходимости останавливать работающую скважину с целью проведения ГИС или геохимического каротажа;
- 4) метод работает в толщах с

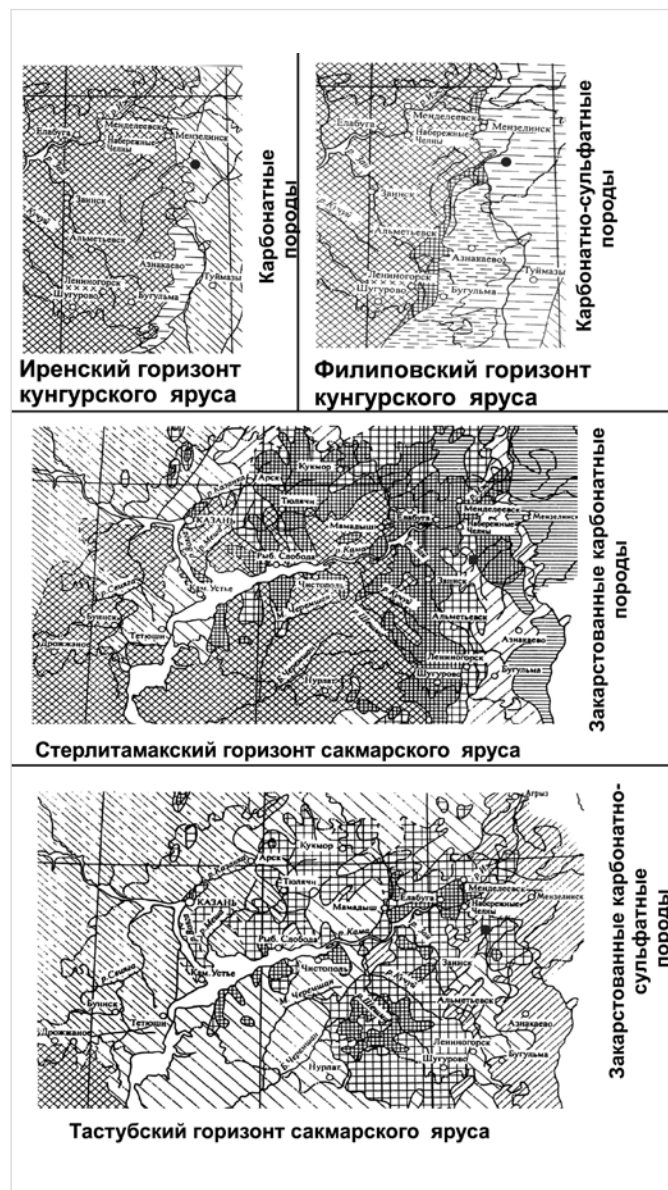


Рис. 4 — Фрагменты литофациальных карт для выделения геологических границ биотестировочной скважины (красной точкой отмечено местоположение исследуемой скважины)  
Fig.4 — Fragments of lithofacial maps for separation of geologic boundaries of the well (red dot marks the location of the investigated well)

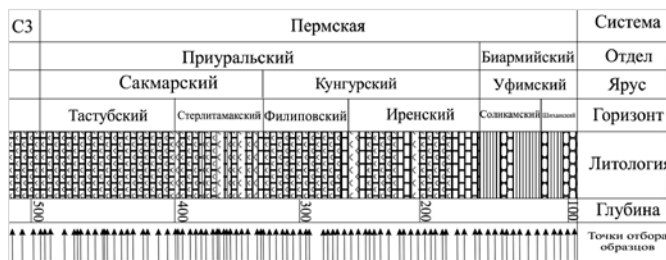


Рис. 5 — Откорректированный разрез скважины с выделенными границами ярусов и горизонтов (условные обозначения литологии см. рис. 2)  
Fig. 5 — Corrected section of well with selected boundaries of levels and horizons (legend of lithology is shown in fig. 2)

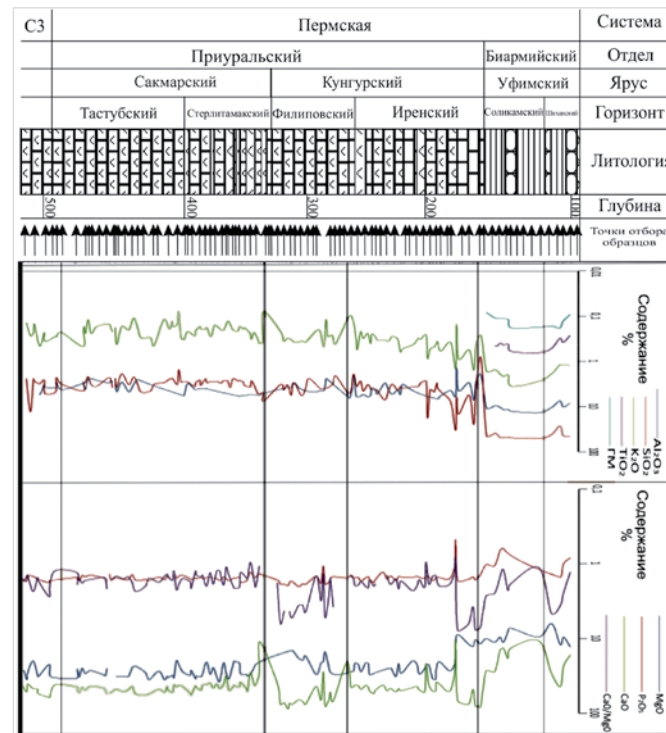


Рис. 6 — Откорректированный литолого-стратиграфический разрез с вариациями кривых содержания оксидов породообразующих элементов (условные обозначения литологии см. рис. 2)  
Fig. 6 Corrected lithogenic-stratigraphic section with variations of rock-forming element oxide content curves (for the symbols of lithology, see fig. 2)

отсутствием слоистости и однотипной литологии.

Следует также отметить, что существует подобная методика выделения геологических границ в карбонатном разрезе по данным электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) [5]; в данном случае по результатам РФА показана не меньшая эффективность работы данного метода.

#### Итоги

В результате исследований выделены геологические границы нижнепермского отдела в скважине, вскрывшей отложения нижней перми.

#### Выводы

В ходе выполненных исследований была получена литохимическая зональность нижнепермского разреза биотестирующей скважины на территории Муслимовской разведочной площади на основе данных, полученных методом РФА. Полученные химические «зоны» укладываются в существующие общие представления об эволюции осадконакопления в конце позднего карбона и на протяжении ранней перми.

#### Литература

1. Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия. Москва: МАКС Пресс, 2008. 113 с.
2. Бурув Б.В., Есаулова Н.К., Губарева В.С. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника. Москва: ГЕОС, 2003. 402 с.
3. Игнатьев В.И. Закономерности фациальных изменений верхнепермских отложений Урало-Поволжья. Стратотипы и опорные разрезы верхней перми Поволжья и Прикамья. Казань. 1996. 207 с.
4. Малофеев В.В. Геологическое обоснование повышения эффективности освоения

Tab. 1 — Сопоставление информации геологического описания разреза скважины с литературными данными

Tab. 1 — Comparison of information of geological description of well section with literature data

Стратон	Положение кровли и подошвы (м) (предполагаемые)	Толщина, м	Сравнение с литературными данными (литология, толщина)
Казанские отложения	отсутствуют		Согласуется
Шешминский горизонт (Уфимский ярус)	105-180	75	Согласуется
Соликамский горизонт (Уфимский ярус)	180-190	10	Согласуется
Иренский горизонт (Кунгурский ярус)	190-265	75	Согласуется
Филиповский горизонт (Кунгурский ярус)	265-335	70	Согласуется
Стерлитамакский горизонт (Сакмарский ярус)	335-400	65	Согласуется
Тастубский горизонт (Сакмарский ярус)	400-495	95	Согласуется
Артинский ярус	отсутствует		Согласуется
Ассельский ярус	отсутствует		Согласуется
Гжельский ярус (верхний карбон)	495-520	25	Согласуется (Вскрытая толщина 25 м)

- месторождений сверхвязких нефтей и природных битумов Татарстана. М. 2011. 24 с.
5. Муравьев П.П., Букин И.И. Изучение геологического разреза в процессе бурения скважин методом ЭПР-спектроскопии. Уфа: ВНИИнефтепромгеофизика, 1989. Вып. 19. С. 28–35.
6. Сахибгареев Р.С. Вторичные изменения коллекторов в процессе

- формирования и разрушения нефтяных залежей. Л.: Недра, 1989. 260 с.
7. Хазиев Р.Р., Андреева Е.Е., Баранова А.Г., Анисимова Л.З., Вафин Р.Ф., Салахова М.Ф. Оценка возможности применения технологии SAGD на месторождении СВН Республики Татарстан // Экспозиция Нефть Газ. 2018. №2. С. 28–32.
8. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.

#### ENGLISH

#### Results

As a result of the research, geological boundaries of the Lower permian sediments in the well, which opened the deposits of the lower perm, were isolated.

#### Conclusions

In the course of the performed studies the geochemical zonality of the lower permian section of the biotesting well in the territory of Muslyumovskaya exploration area was obtained on the basis of data obtained by the X-Ray method. The obtained chemical "zones" fit into the existing general ideas about the evolution of sedimentation at the end of the late Carboniferous and during the early Permian.

#### References

1. Gabdullin R.R., Kopayevich L.F., Ivanov A.V. Sequence stratigraphy. Moscow: MAX Press, 2008, 113 p. (In Russ.).
2. Burov B.V., Esaulova N.K., Lubareva V.S. Geology of Tatarstan: Stratigraphy and tectonics. Moscow: GEOS, 2003, 402 p. (In Russ.).
3. Ignatiev V.I. Patterns of facial changes of Upper Epermian deposits of Uralo-Volga region. Stratotypes and support cuts of the upper perm of the Volga region and Prikamie region. Kazan: 1996, 207 p. (In Russ.).
4. Malofeev V.V. Geological justification for increasing the efficiency of development of deposits of extra-viscous oils and natural bitumen of Tatarstan. Moscow: 2011, 24 p. (In Russ.).
5. Murav'ev P.P., Bukin I.I. Study of geological section during well drilling by EPR spectroscopy. Ufa: Vniineftepromgeofizika, 1989, issue 19, pp. 28–35. (In Russ.).
6. Sahibgarееv R.S. Epigenetic changes of collectors in the process formation and destruction of oil deposits. Leningrad: Nedra, 1989, 260 p. (In Russ.).
7. Khaziev R.R., Andreeva E.E., Baranova A.G., Anisimova L.Z., Vafin R.F., Salakhova M.F. Assessment of a possibility of use of SAGD technology on the field of SVO of the Republic of Tatarstan // Exposition Oil Gas, 2018. №2, pp. 28–32. (In Russ.).
8. Judovich Y. E., Ketris M. P. Foundations of Lithochemistry. Saint-Peterburg: Science, 2000, 479 p. (In Russ.).

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Хазиев Радмир Римович**, научный сотрудник

**XRadmir R. Khaziev**, researcher

**Анисимова Лилия Закуановна**, научный сотрудник

**Liliya Z. Anisimova**, researcher

**Колузаева Ксения Юрьевна**, ассистент, ИПЭН АН РТ, Казань, Россия  
Для контактов: [radmir361@mail.ru](mailto:radmir361@mail.ru)

**Kseniya Yu. Koluzaeva**, junior researcher, IPEM TAS, Kazan, Russian Federation  
**Corresponding author: [radmir361@mail.ru](mailto:radmir361@mail.ru)**