

Приемы комплексной переинтерпретации геофизических данных при поисках залежей нефти в терригенном девоне на территории Татарстана

Андреева Е.Е.¹, Борисов А.С.^{1,2}, Баранова А.Г.¹, Валеева А.В.³, Колузаева К.Ю.¹

¹ИПЭН АН РТ, Казань, Россия, ²ИГИНГТ КФУ, Казань, Россия, ³Институт «ТатНИПнефть», Бугульма, Россия
aee8277@rambler.ru

Аннотация

В статье рассмотрены приемы кинематического и динамического анализа временных разрезов метода общей глубинной точки (МОГТ) в комплексе с данными грави- и магниторазведки. Сейсмическая скорость как петрофизический индикатор характеристики осадков тесно связана с литологией, пористостью, плотностью, проницаемостью, нефте- и водонасыщенностью. Магниторазведка находит применение при выявлении и трассировании разрывных нарушений фундамента, при прогнозировании ареалов распространения ловушек углеводородов, генетически связанных с зонами тектонической трещиноватости. Зона трещиноватости представляет собой ослабленный участок разреза, характеризующийся дефицитом плотности, в локальном поле силы тяжести она отражается отрицательными аномалиями Δg лока. Выполненное исследование позволяет авторам сделать заключение о высокой эффективности предложенных приемов комплексной переинтерпретации геофизических данных при поисках залежей нефти в терригенном девоне на территории Татарстана.

Материалы и методы

В работе использованы материалы геолого-разведочных работ, в частности результаты разведочной геофизики на поиск скоплений углеводородов. Комплексная переинтерпретация и сопоставление данных позволяют повысить вероятность выявления новых залежей углеводородов.

Ключевые слова

терригенный девон, комплексная интерпретация, магниторазведка, гравиразведка, сейсморазведка

Для цитирования

Андреева Е.Е., Борисов А.С., Баранова А.Г., Валеева А.В., Колузаева К.Ю. Приемы комплексной переинтерпретации геофизических данных при поисках залежей нефти в терригенном девоне на территории Татарстана // Экспозиция Нефть Газ. 2023. № 3. С. 32–37.
DOI: 10.24412/2076-6785-2023-3-32-37

Поступила в редакцию: 06.04.2023

GEOLOGY

UDC 550.8.052 | Original Paper

Methods of complex reinterpretation of geophysical data in the search for oil deposits in the terrigenous devonian sediments on territory of Tatarstan

Andreeva E.E.¹, Borisov A.S.^{1,2}, Baranova A.G.¹, Valeeva A.V.³, Koluzaeva K.Yu.¹

¹IPEM TAS, Kazan, Russia, ²IGINGT KFU, Kazan, Russia, ³Tatar Oil Research and Design Institute (TatNIPneft) of TATNEFT PJSC, Bugulma, Russia
aee8277@rambler.ru

Abstract

The article deals with the techniques of kinematic and dynamic analysis of time sections of the common depth point method (CDPM) in combination with the data of gravity and magnetic exploration. Seismic velocity, as a petrophysical indicator of precipitation characteristics, is closely related to lithology, porosity, density, permeability, oil and water saturation. Magnetic prospecting finds application in the identification and tracing of discontinuous violations of the foundation, in predicting the distribution areas of hydrocarbon traps that are genetically related to zones of tectonic fracturing. The fracture zone is a weakened section of the section characterized by a density deficit, in the local gravity field it is reflected by negative anomalies of Δg loc. The performed research allows the authors to conclude about the high efficiency of the proposed methods of complex reinterpretation of geophysical data in the search for oil deposits in the terrigenous devonian on the territory of Tatarstan.

Materials and methods

The work uses materials of geological exploration, in particular the results of exploration geophysics for the search for hydrocarbon accumulations. A comprehensive reinterpretation and comparison of data makes it possible to increase the probability of detecting new hydrocarbon deposits.

Keywords

terrigenous devonian sediments, complex interpretation, magnetic exploration, gravity exploration, seismic exploration

For citation

Andreeva E.E., Borisov A.S., Baranova A.G., Valeeva A.V., Koluzaeva K.Yu. Methods of complex reinterpretation of geophysical data in the search for oil deposits in the terrigenous devonian sediments on territory of Tatarstan. Exposition Oil Gas, 2023, issue 3, P. 32–37. (In Russ).
DOI: 10.24412/2076-6785-2023-3-32-37

Received: 06.04.2023

Введение

Главная проблема при поисках залежей нефти по геофизическим данным в терригенном девоне на территории Татарстана состоит в том, что скопления углеводородов, залегающие на километровых глубинах, отображаются в кинематических и динамических параметрах волновых полей не всегда четко и однозначно. Поэтому суть переинтерпретации данных состоит в последовательном и комплексном изучении всей накопленной информации.

В данной работе рассматриваются приемы кинематического и динамического анализа временных разрезов МОГТ в комплексе с данными грави- и магниторазведки. Сейсмическая скорость как петрофизический индикатор характеристики осадков тесно связана с литологией, пористостью, плотностью, проницаемостью, флюидонасыщенностью. Особое внимание в наших исследованиях уделено анализу интервальных времен и скоростей.

Объект исследования

В качестве объекта исследования авторы выбрали одно из нефтяных месторождений Татарстана в Альметьевском районе, приуроченное к западному склону Южно-Татарского свода (ЮТС). (По согласованию с недропользователем название месторождения не разглашается.) Промышленная нефтеносность на месторождении установлена как по ГИС, так и по результатам опробования в верхнедевонских, ниже- и среднекаменноугольных осадочных отложениях.

Месторождение характеризуется высокой степенью изученности как глубоким поисково-разведочным и эксплуатационным

бурением, так и геофизическими методами (сейсмо-, грави- и магниторазведки).

Теоретическая часть

Для осадочного чехла территории Татарстана часто характерно несоответствие структурных планов нижнекаменноугольных и верхнедевонских образований, что, в свою очередь, затрудняет поиск залежей в терригенном девоне по сейсмическим данным. Для повышения однозначности проектирования разведочных скважин были привлечены материалы легких геофизических методов: магниторазведки (поле ΔT_a) и гравиразведки (поле Δg локальное).

Практика исследований показывает, что высокоточная гравиразведка хорошо зарекомендовала себя при выявлении и трассировании деструктивных зон фундамента и осадочного чехла, при изучении антиклинальных ловушек, а также при непосредственном прогнозировании аномалий типа залежь (АТЗ) по методике «ГОНГ». Магниторазведка, в свою очередь, находит применение при выявлении и трассировании разрывных нарушений фундамента, при прогнозировании ареалов распространения ловушек углеводородов, генетически связанных с зонами тектонической трещиноватости [1, 3, 4, 5, 7, 8]. Зона трещиноватости представляет собой ослабленный участок разреза, характеризующийся дефицитом плотности, в локальном поле силы тяжести она отражается отрицательными аномалиями $\Delta g_{лок}$. В магнитном поле такие зоны характеризуются повышенными значениями напряженности, объединяющимися в цепочку положительных аномалий поля ΔT_a вдоль линии разрывного нарушения. По данным сейсморазведки,

на временных разрезах зона разлома прослеживается резким изменением (увеличением) интервального времени между отражающими границами Д и А, а также структурным локальным осложнением по горизонтам нижнего и среднего карбона.

Прием выполненной переинтерпретации включает в себя выявление морфологических особенностей поведения параметров $\Delta t_{ву}$, $\Delta t_{уд}$, $V_{ву}$, $V_{уд}$ [6], ΔT_a , $\Delta g_{лок}$ [1, 3] вдоль сейсмических профилей с целью выявления определенных признаков, связываемых с зонами развития пластов-коллекторов.

Результаты и обсуждения

Для выявления связи между размещением в плане залежей нефти и гравимагнитными полями выполнен статистический анализ по всей изучаемой площади месторождения, который проводился отдельно по трем стратиграфическим уровням: верхнедевонскому, нижнекаменноугольному и среднекаменноугольному [2].

При анализе использовались данные глубокого бурения и ГИС по 50 скважинам.

Отмечено, что нефтеносные разрезы контролируются участками с преимущественно увеличенными толщинами отложений между кровлей саргаевского горизонта и отражающей границей «У» тульского горизонта, где она в среднем на 21 м больше, чем на участках без нефти.

Нефтеносные нижнекаменноугольные разрезы, как правило, фиксируются отрицательными гравитационным и магнитным полями.

С учетом сейсмической профильной информации, полученной по верхнедевонско-среднекаменноугольным нефтеносным

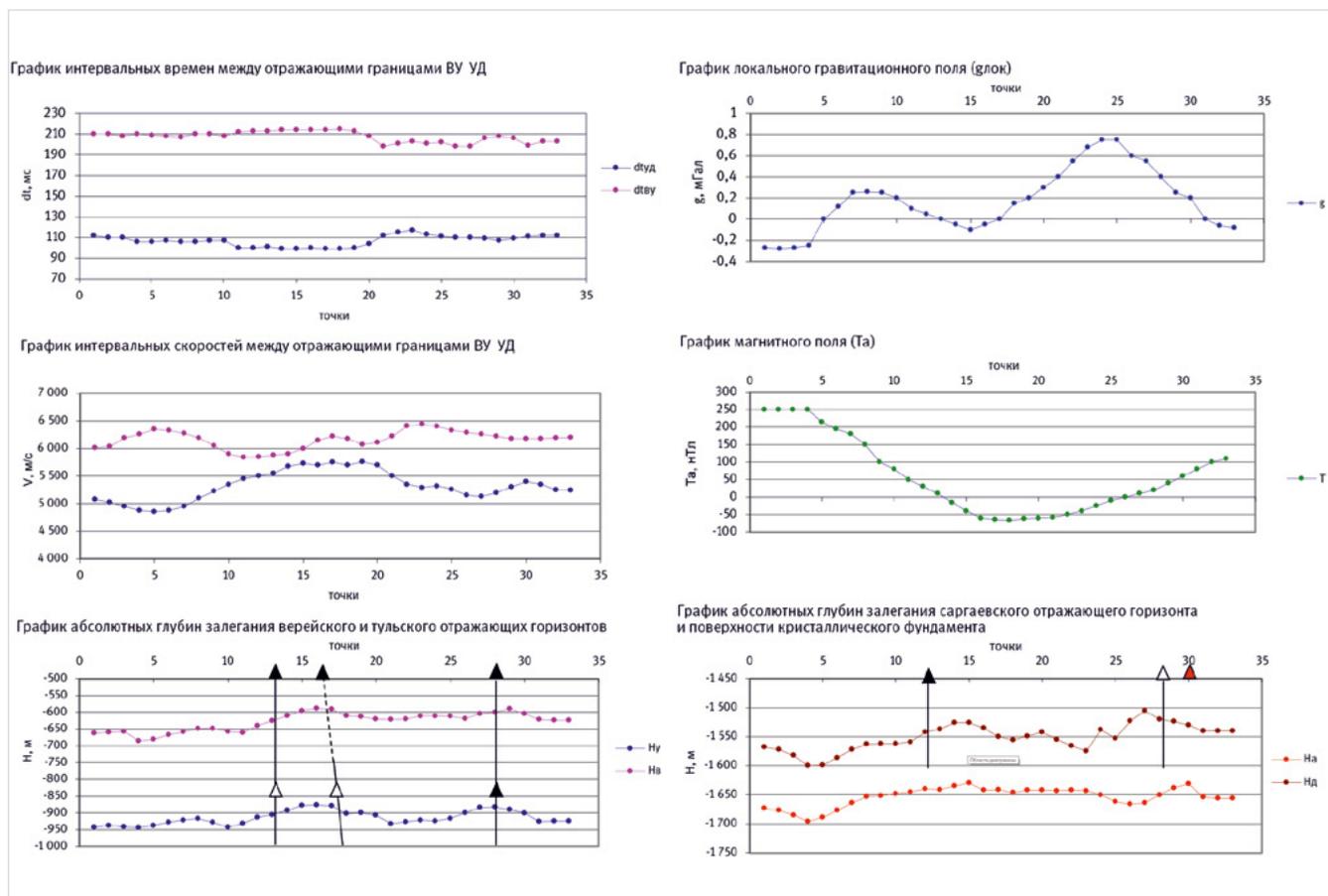


Рис. 1. Распределение геофизических параметров по сейсмическому профилю 10
Fig. 1. Distribution of geophysical parameters over the seismic profile 10

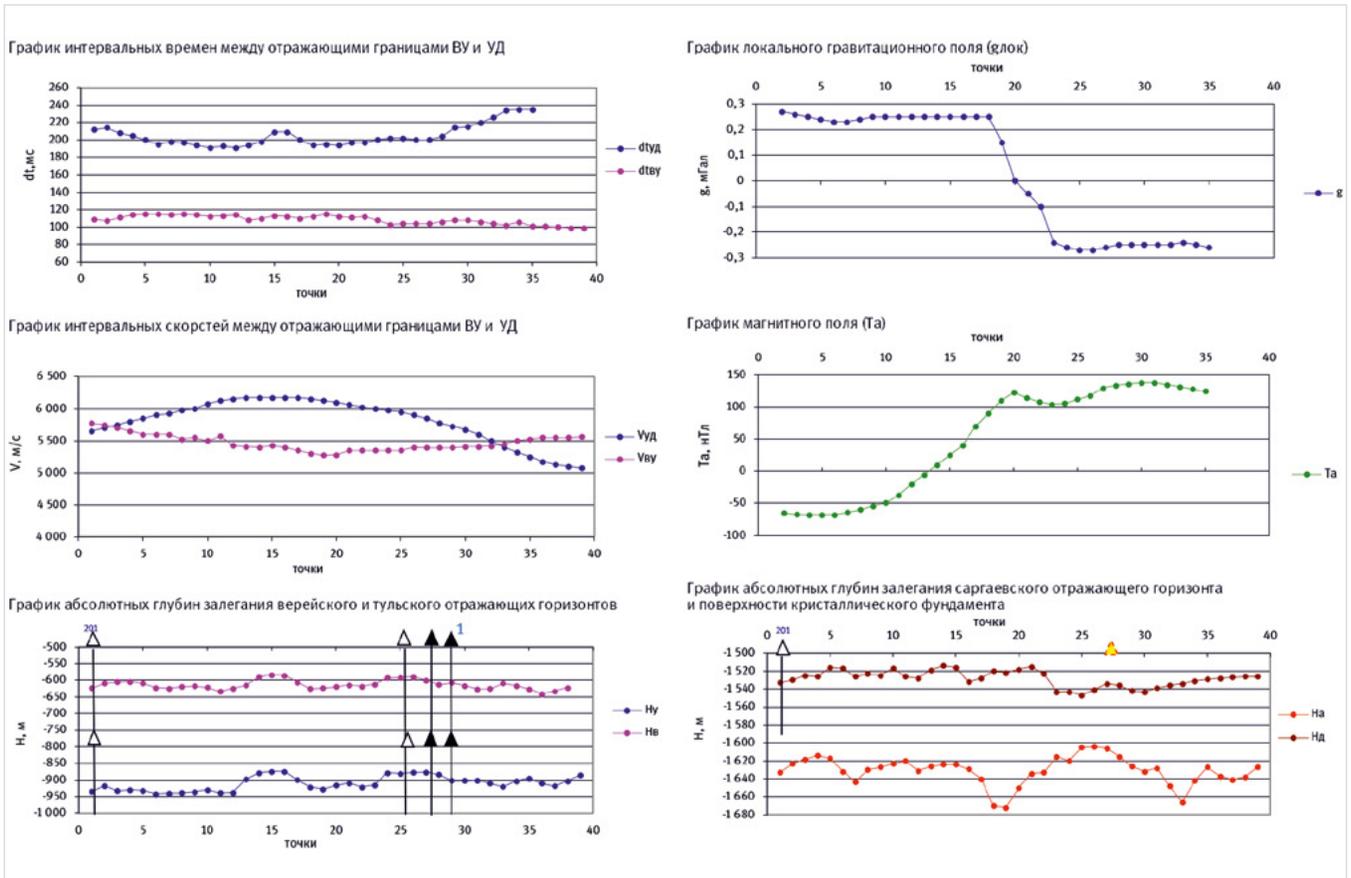


Рис. 2. Распределение геофизических параметров по сейсмическому профилю 25
 Fig. 2. Distribution of geophysical parameters over the seismic profile 25

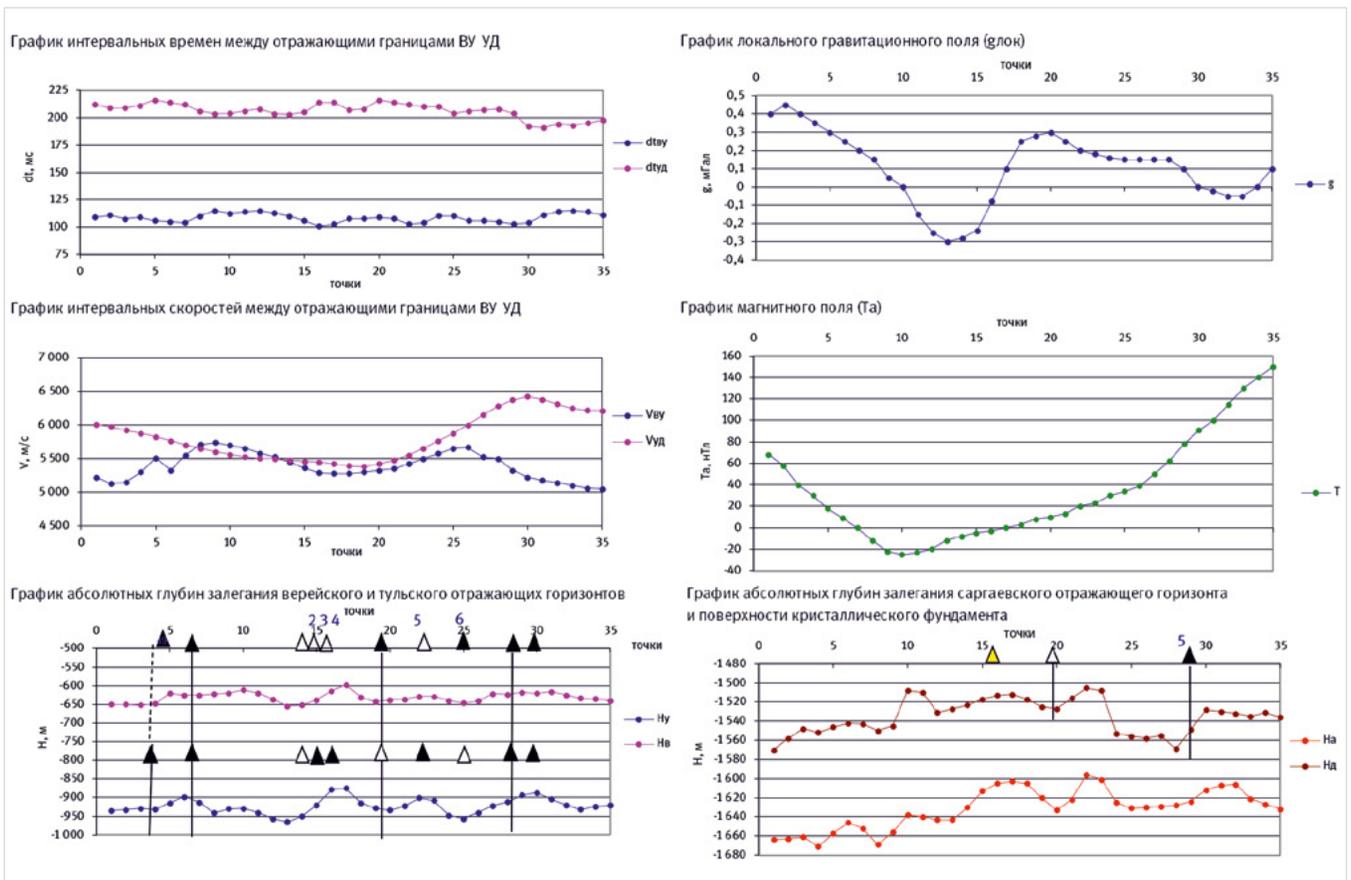


Рис. 3. Распределение геофизических параметров по сейсмическому профилю 14: 5 – скважины, пробуренные по рекомендациям; \triangle \blacktriangle – скважины, пробуренные до рекомендаций; \blacktriangle – потенциально перспективная точка для заложения
 Fig. 3. Distribution of geophysical parameters over the seismic profile 14: 5 – wells driller according to recommendations; \triangle \blacktriangle – wells driller before recommendations; \blacktriangle – potentially promising point for laying a well

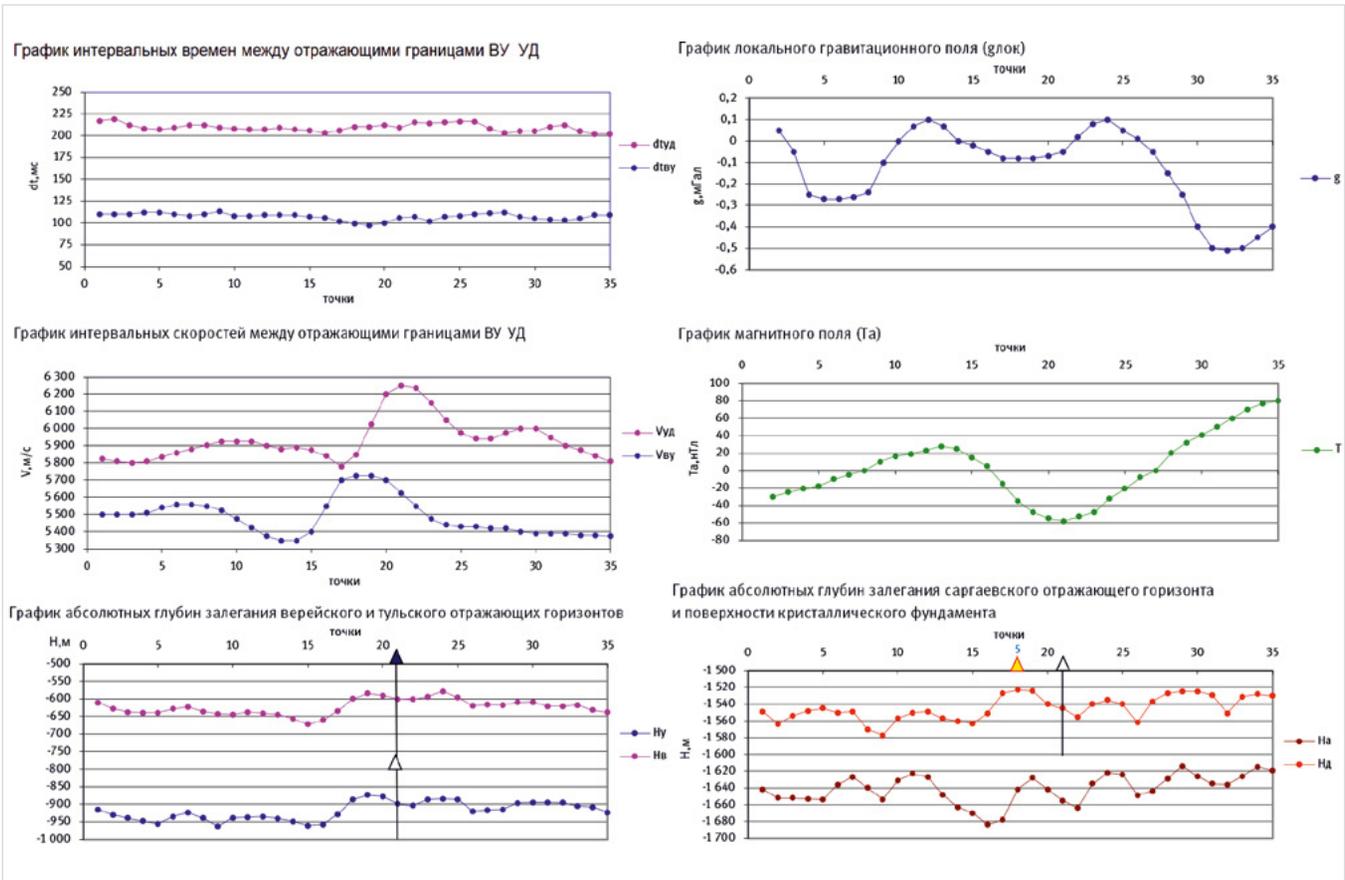


Рис. 4. Распределение геофизических параметров по сейсмическому профилю 17
 Fig. 4. Distribution of geophysical parameters over the seismic profile 17

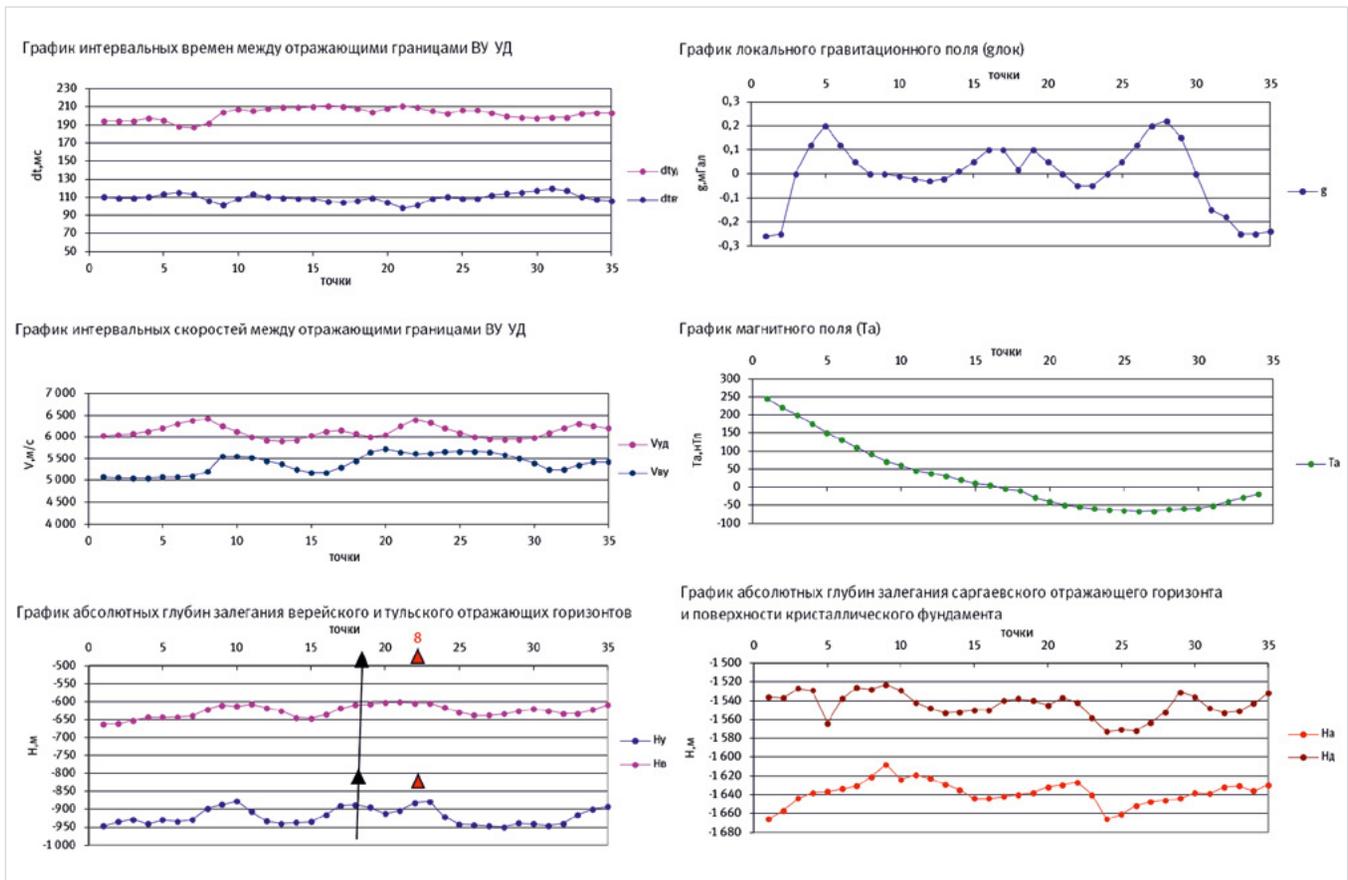


Рис. 5. Распределение геофизических параметров по сейсмическому профилю 8
 Fig. 5. Distribution of geophysical parameters over the seismic profile 8

разрезам, индикаторами потенциально нефтеносных отложений являются:

- 1) по верхнему девону
 - относительно приподнятое залегание поверхности кристаллического фундамента;
 - сокращение мощности толщи между Нкр.ф. и НДЗsr;
 - аномальное изменение интервальных скоростей между отражающими границами ВУ и УД — увеличение скоростей в интервале разреза ВУ и уменьшение — в интервале УД;
 - локальное отрицательное осложнение магнитного поля ΔT_a ;
 - преимущественно переходные (градиентные) и положительные гравимагнитные поля;
- 2) по отложениям нижнего карбона
 - увеличенная мощность (ΔH) между кровлей саргаевского горизонта и отражающей границей У (тульского горизонта);
 - аномальное изменение интервальных скоростей между отражающими границами ВУ и УД — увеличение скоростей в интервале разреза ВУ и уменьшение — в интервале УД;
 - структурный фактор по тульскому горизонту;
 - отрицательные гравитационное и магнитное поля;
- 3) по отложениям среднего карбона
 - структурный фактор по кровле верейского горизонта (отражающая граница В);
 - аномальное изменение интервальных скоростей между отражающими границами ВУ и УД — увеличение скоростей в интервале разреза ВУ;
 - отрицательное гравитационное поле $\Delta g_{лок}$;
 - преимущественно положительное магнитное поле;
 - локальное отрицательное осложнение поля ΔT_a .

В результате комплексного анализа были даны рекомендации на бурение скважин:

 - по линии сейсмического профиля 10 в точке 30 рекомендовано бурение на девонские отложения (рис. 1);
 - по линии сейсмического профиля 25 в точке 27 (рис. 2) рекомендовано бурение на отложение среднего карбона. Скважина № 1 пробурена со вскрытием нефти в отложениях верейского и тульского горизонтов, получена нефть;

- по линии сейсмического профиля 14 в точках 14; 15; 16; 23; 26; 31 (рис. 3) рекомендовано бурение на отложения верейского и тульского горизонтов. На основании совпадения всех предлагаемых индикаторов потенциально нефтеносных отложений была получена нефть. В скважинах № 3–5 получена нефть из отложений тульского горизонта; в скважине № 6 получена нефть из верейских отложений, в скважине № 7 — из отложений верейского и тульского горизонтов;
- по линии сейсмического профиля 17 в точке 18 рекомендовано бурение на девонские отложения (рис. 4). Бурение не подтвердило предполагаемые результаты. На наш взгляд, причина в не полном совпадении пакета индикаторов со сложностью определения скорости;
- по линии сейсмического профиля 8 в точке 21 (рис. 5) рекомендовано бурение на отложения верейского тульского горизонтов. В скважине № 8 получена нефть из отложений верейского и тульского горизонтов.

Итоги

Исходя из вышеизложенных фактов, авторы могут сделать заключение об эффективности предложенных приемов комплексной переинтерпретации геофизических данных при поисках залежей нефти в терригенном девоне на территории Татарстана.

Выводы

Несоответствие структурных планов основных нефтеносных горизонтов обусловлено по большей части перерывами в осадконакоплении и, как следствие, процессами эрозии, а также тектоническими подвижками, искажающими структурный план. Это обстоятельство обязывает использование методов сейсморазведки, данных бурения и простых геофизических методов (магнитно-, электро-, гравиразведки) в комплексе для большей детальности работ по выявлению новых залежей и успешного заложения разведочных и эксплуатационных скважин.

Литература

1. Боровский М.Я. Обобщение и анализ геофизических материалов прошлых лет с целью прогнозной оценки территории Республики Татарстан на твердые полезные ископаемые и подземные воды.

Восточное Закамье. Отчет. Казань: Фонды ТНГФ, 2000.

2. Ганиев Р.Р. Анализ результатов геологоразведочных работ на землях ЗАО «Предприятие Кара-Алтын», разработка мероприятий по их оптимизации и повышению эффективности. Отчет. Казань: ГУП «НПО Геоцентр РТ», 2005.
3. Руднев Г.А. Об аэромагнитной съемке масштаба 1:50 000, проведенной в южной части Татарской АССР и северной части Куйбышевской области. Отчет. Новосибирск: Новосибирский геофизический трест, 1974. 117 с.
4. Степанов В.П. и др. Комплексная геологическая интерпретация данных грави-магнито-электро- и сейсморазведки с целью изучения морфологии и тектоники кристаллического фундамента и отдельных горизонтов осадочного чехла. Отчет. Казань: Трест «Татнефтегеофизика», 1982. 234 с.
5. Степанов В.П. Обобщение результатов изучения рифей-вендских и архейско-протерозойских толщ Татарии и смежных областей и обоснование направлений нефтегазопоисковых работ. Отчет. Бугульма: ТатНИПИнефть, 1985.
6. Салихова Т.С. Региональные геофизические работы на территории Северо-Татарского свода, Мелекесской впадины, Южно-Татарского свода, с переинтерпретацией региональных сейсмических профилей в зонах сочленения крупных тектонических элементов. Книга 4. Сейсморазведочные работы. Бугульма: ОАО «Татнефтегеофизика», 2003.
7. Тимошенко Э.Ф. Оценка перспектив выявления сложнопостроенных ловушек углеводородов в девонском терригенном комплексе несейсмическими методами исследований на северном склоне Южно-Татарского свода. Отчет. Казань: Фонды ТНГФ, 2002.
8. Тимошенко Э.Ф. Комплексная интерпретация геофизических материалов с целью изучения тектоники кристаллического фундамента отдельных горизонтов осадочного чехла на Северо-Восточном борту Мелекесской впадины. Отчет. Казань: КГЭ ТНГФ, 1995.

ENGLISH

Results

Based on the above facts, the authors can conclude about the efficiency of the proposed methods of complex reinterpretation of geophysical data in the search for oil deposits in the terrigenous devonian on the territory of Tatarstan.

Conclusions

The discrepancy between the structural plans of the main oil-bearing horizons is mainly due to interruptions in sedimentation and, as a

result, erosion processes, as well as tectonic movements that distort the structural plan. This circumstance obliges the use of seismic exploration methods, drilling data and simple geophysical methods (magnetic-, electric-, gravity exploration) in a complex for more detailed work on the identification of new oil deposits and the successful laying of exploration and production wells.

References

1. Borovsky M.Ya. Generalization and analysis of geophysical materials of previous years for the purpose of predictive assessment of the territory of the Republic of Tatarstan for solid minerals and groundwater. Eastern Zakamye. Report. Kazan: TNG Funds, 2000. (In Russ).
2. Ganiev R.R. Analysis of the results of geological exploration on the lands of CJSC "Enterprise Kara-Alтын", development of measures to optimize them and increase efficiency. Report. Razan. SUE "NPO Geocenter RT", 2005. (In Russ).
3. Rudnev G.A. On the 1:50 000 scale aeromagnetic survey conducted in the southern part of the Tatar ASSR and the northern part of the Kuibyshev region. Report. Novosibirsk: Novosibirsk Geophysical Trust, 1974, 117 p. (In Russ).
4. Stepanov V.P. et al. Complex geological interpretation of gravity-magneto-electro and seismic data for the purpose of studying the morphology and tectonics

- of the crystalline basement and individual horizons of the sedimentary cover. Report. Kazan: Tatneftegeofizika Trust, 1981, 273 p. (In Russ).
5. Stepanov V.P. Complex geological and geophysical interpretation of gravity, magneto, electro and seismic data for the purpose of studying the morphology and tectonics of the crystalline basement. Report. Kazan: TNGF Trust, 1982. (In Russ).
 6. Salikhova T.S. Regional geophysical works on the territory of the North Tatar arch, the Melekes depression, the South Tatar arch, with reinterpretation of regional seismic profiles in the zones of articulation of large tectonic elements. Book 4. Seismic exploration. Bugulma: "Tatneftegeofizika" JSC, 2003. (In Russ).
 7. Timoshenkov E.F. Assessment of the prospects for identifying complex hydrocarbon traps in the Devonian terrigenous complex by non-seismic research methods on the northern slope of the South Tatra arch. Kazan: TNGF Funds, 2002. (In Russ).
 8. Timoshenkov E.F. Complex interpretation of geophysical materials in order to study the tectonics of the crystalline basement of individual horizons of the sedimentary cover on the Northeastern side of the Melekes depression. Report. Kazan: KGE TNGF, 1995. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Андреева Евгения Евгеньевна, старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, ИПЭН АН РТ, г. Казань, Россия
Для контактов: eee8277@rambler.ru

Борисов Анатолий Сергеевич, д.г.-м.н., старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, ИПЭН АН РТ, Казань, Россия; профессор кафедры геофизики ИГиНГТ, КФУ, Казань, Россия

Баранова Анна Геннадьевна, старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, ИПЭН АН РТ, Казань, Россия

Валеева Анна Валентиновна, заведующий сектором института «ТатНИПИнефть» ПАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина, Бугульма, Россия

Колузаева Ксения Юрьевна, младший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, ИПЭН АН РТ, Казань, Россия

Andreeva Evgeniya Evgenievna, senior researcher at the laboratory of geological and ecological modeling, IPEM TAS, Kazan, Russia
For contacts: eee8277@rambler.ru

Borisov Anatoly Sergeevich, doctor of geological sciences, senior researcher at the laboratory of geological and environmental modeling, IPEM TAS, Kazan, Russia; professor of department geophysics IGPT, KFU, Kazan, Russia

Baranova Anna Gennadievna, senior researcher at the laboratory of geological and ecological modeling, IPEM TAS, Kazan, Russia

Valeeva Anna Valentinovna, head of the sector of the Tatar oil research and design, Institute (TatNIPIneft) of TATNEFT PJSC, Bugulma, Russia

Koluzayeva Kseniya Yurevna, junior researcher at the laboratory of geological and environmental modeling, IPEM TAS, Kazan, Russia

ООО «Выставочная компания
Сибэкспосервис»

Экспо SERVICE
www.ses.net.ru



Шестнадцатая межрегиональная специализированная выставка
НИЖНЕВАРТОВСК. НЕФТЬ. ГАЗ. ТЭК
НИЖНЕВАРТОВСК, 04–05 октября 2023



Тринадцатая межрегиональная специализированная выставка
САХАПРОМЭКСПО – 2023
ЯКУТСК, 25–26 октября 2023

+7 (383) 335 63 50
vk ses@yandex.ru
www.ses.net.ru

**ЭКСПОЗИЦИЯ
НЕФТЬ ГАЗ**

Генеральный информационный партнер