

УДК 551.14:550.83: 551.24:550.83

Статья / Article

© ПНИПУ / PNRPU, 2016

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАЛИЧИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЗАЛЕГАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В.Ш. Гурбанов, О.Б. Бабазаде¹, Л.А. Султанов, И.И. Гулиев²

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
(AZ1010, Азербайджанская Республика, г. Баку, пр. Азадлыг, 20)

¹Институт геологии и геофизики Национальной академии наук Азербайджана
(AZ1143, Азербайджанская Республика, г. Баку, пр. Г. Джавида, 119)

²НИПИ «Нефтегаз» Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики
(AZ1012, Азербайджанская Республика, г. Баку, пр. Г. Зардаби, 88А)

DISCOVERY OF HYDROCARBON ACCUMULATIONS FORMED UNDER NATURAL CONDITIONS OF OCCURRENCE BASED ON FIELD DATA

V.Sh. Gurbanov, O.B. Babazade¹, L.A. Sultanov, I.I. Guliev²

Azerbaijan State Oil and Industry University (20 Azadlyg av., Baku, AZ1010, Republic of Azerbaijan)

¹Institute of Geology and Geophysics of Azerbaijan National Academy of Science (119 G. Javid av., Baku, AZ1143, Republic of Azerbaijan)

²Oil and Gas Research and Design Institute of the State Oil Company of the Azerbaijan Republic (88 G. Zardabi av., Building A, Baku, AZ1012, Republic of Azerbaijan)

Получена / Received: 22.01.2016. Принята / Accepted: 20.04.2016. Опубликовано / Published: 30.06.2016

Ключевые слова:

геологическое строение, слоистость среды, условия седиментации, коллекторский пласт, сейсморазведка, электроразведка, гравиразведка, геологические критерии, геофизические признаки, углеводородные залежи, сейсмические волны, удельное сопротивление, скорость, плотность, амплитуда, частота.

Для обнаружения наличия, определения мощности и локализации углеводородных залежей до сих пор на практике используются качественные и количественные способы интерпретации без разделения их на геологические критерии и геофизические признаки, что, безусловно, приводит к определенным ошибкам.

В связи с этим, основываясь на теории процессов образования, формирования состава и условиях залегания нефти и газа; детально изучая глубинное геологическое строение, в частности устанавливая на временных разрезах наличие глубинных разломов, являющихся газопаропроводящими, и разломов низкого порядка, являющихся нефтегазопарораспределяющими; в целом собирая все приметы их обнаружения в естественных условиях залегания, а также на основании результатов многолетних экспериментальных и производственных работ, проводимых другими исследователями, авторы установили и сгруппировали геологические критерии и геофизические признаки по определению наличия углеводородных залежей в геологическом строении.

Кроме того, при установлении геологических критериев и геофизических признаков с высокой точностью определяются петрофизические параметры коллекторских пластов, такие как пористость, насыщенность и, соответственно, эффективная пористость, являющаяся их производением, пластовые плотности и скорости распространения сейсмических волн и удельное электрическое сопротивление пласта, плотность и скорость распространения сейсмических волн и удельное электрическое сопротивление скелета горных пород, слагающих коллекторских пластов и заполняющих их флюидов.

Следует отметить, что кроме вышеперечисленных петрофизических параметров при интерпретации сейсмических данных для обнаружения углеводородных залежей были использованы миграционные временные и глубинные разрезы и разрезы мгновенных амплитуд, частот и фаз, а также использованы графики амплитуд, частот, фаз и их дисперсии, декремент и коэффициенты затухания, являющиеся эквивалентом коэффициентов поглощения и расхождения упругих колебаний отраженных волн.

В итоге после определения этих параметров были сгруппированы геологические критерии и геофизические признаки обнаружения углеводородных залежей в естественных условиях залегания.

Key words:

geological structure, medium stratification, sedimentation conditions, reservoir, seismic exploration, resistivity prospecting, gravimetric prospecting, geological criteria, geophysical features, hydrocarbon accumulations, seismic waves, resistivity, velocity, density, amplitude, frequency.

In order to detect, determine thickness and localize hydrocarbon accumulations there are qualitative and quantitative methods of interpretation still in use. Such methods are not divided into geological criteria and geophysical features which cause certain error.

The study is based on the theory of appearance processes and composition formation as well as on conditions of occurrence of oil and gas. Deep structure such as gas-steam-conductive faults and oil-gas-steam-distributing faults of low order were studied. All the features of its determination under natural conditions of occurrence were integrated. Based on listed above and on results of several years of experimental and operating works, carried by other scientists in order to discover hydrocarbon accumulation in geological structure the authors determined and grouped geological criteria and geophysical features.

Furthermore, during determination of geological criteria and geophysical features following petrophysical parameters of reservoir properties are determined: porosity, saturation, effective porosity, reservoirs density and speed of seismic wave propagation in the rock, rock and fluid resistivity.

It should be noted, that during interpretation of seismic data to discover hydrocarbon migration tame and deep cross-sections as well as simultaneous cross-sections, frequencies and phases were used. The charts of amplitudes, frequencies, phases and its dispersion, decrement and attenuation coefficients that are equivalents to absorption coefficients and differences of elastic vibrations of reflected waves were used.

Finally, having these parameters determined geological criteria and geophysical features of discovery of hydrocarbon accumulations under natural conditions of occurrence were grouped.

Гурбанов Вагиф Шыхы оглы – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений (моб. тел.: +994 50 365 52 94, e-mail: vagifgurbanov@mail.ru).

Бабазаде Октай Баба оглы – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией (моб. тел.: +994 50 628 27 03, e-mail: oktay_babazade@yahoo.com).

Султанов Латиф Агамирза оглы – научный сотрудник кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений (моб. тел.: +994 50 327 97 01, e-mail: latif.sultan@mail.ru).

Гулиев Ильгам Идрис оглы – инженер (моб. тел.: +994 50 306 60 26, e-mail: ilham_br@mail.ru). Контактное лицо для переписки.

Vagif Sh. Gurbanov (Author ID in Scopus: 26028826000) – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor at the Department of Oil and Gas Fields Survey and Exploration (mob. tel.: +994 50 365 52 94, e-mail: vagifgurbanov@mail.ru).

Oktay B. Babazade (Author ID in Scopus: 55352800300) – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Head of Laboratory (mob. tel.: +994 50 628 27 03, e-mail: oktay_babazade@yahoo.com).

Latif A. Sultanov – Researcher at the Department of Oil and Gas Fields Survey and Exploration (mob. tel.: +994 50 327 97 01, e-mail: latif.sultan@mail.ru).

Ilgam I. Guliev – Engineer (mob. tel.: +994 50 306 60 26, e-mail: ilham_br@mail.ru). The contact person for correspondence.

Введение

Анализ теоретических основ прогнозирования флюидонасыщенных сред и флюидов геофизическими методами разведки и их обобщение даются в данной статье с целью использования в производстве.

Обобщая результаты многолетних экспериментальных и производственных работ, проводимых исследователями ранее, при прогнозировании углеводородных скоплений и анализируя физико-математические основы геофизических методов (сейсморазведки, электроразведки и высокоточной гравиразведки), петрофизические характеристики коллекторов, а также физические свойства флюидов, авторы сгруппировали следующие поисковые критерии и признаки обнаружения углеводородных залежей в геологическом строении [1–17]:

1. Геологические критерии.
2. Геофизические признаки.

Геологические критерии обнаружения углеводородных залежей в геологическом строении

Резюмируя вышесказанные факты о процессах образования и условиях залегания углеводородов, можно установить следующие геологические критерии по обнаружению углеводородов в геологическом строении [1–3]:

1. Наличие глубинных разломов (каналов миграции), являющихся газопароподводящими.
2. Наличие в геологических разрезах пород рассеянного органического вещества.
3. Наличие миграционных разломов, являющихся нефтегазопарораспределяющими как для первичных, так и для вторичных углеводородов.
4. Наличие коллекторов – пористых и трещиноватых пород с эффективной пористостью более 2 %.
5. Наличие структур – антиклинали, куполы, валы, моноклинали, стратиграфические угловые несогласия, рифы, линзообразные включения, палеоруслы и др.

6. Наличие покрышек – непроницаемых пород, являющихся экраном и препятствующих продвижению вверх нефти, газа, газоконденсата, воды и их паров.

7. Наличие латерального ограничения, при котором нефть, газ, газоконденсат и вода не могут распространяться по латерали.

8. Обнаружение на временных и сейсмических глубинных разрезах несоответствия морфологии покрышек с подстилающими отложениями.

9. Наличие глубокопогруженной части кристаллического фундамента и наложенных положительных структур над ним.

Таким образом, основываясь на этих геологических критериях при поиске месторождений нефти, газа и газоконденсата, можно качественно определить наличие флюидов в геологическом строении исследуемых площадей.

Геофизические признаки обнаружения углеводородных залежей в геологическом строении

Анализ теории прогнозирования флюидонасыщенных сред и флюидов геофизическими методами разведки осуществляется с целью установления геофизических признаков их наличия в естественных условиях залегания [4–8].

Основываясь на анализе теории и практических данных, можно сделать вывод, что сейсмические поперечные волны во флюидах не распространяются, а распространяются только продольные. С другой стороны, также известно, что сейсмические продольные волны, распространяющиеся во флюидах, потеряют часть своей энергии за счет расхождения и поглощения, и соответственно, изменяются их динамические параметры, т.е. уменьшаются амплитуды упругих колебаний и увеличиваются коэффициенты затухания, являющиеся эквивалентом коэффициентов поглощения и расхождения.

Кроме того, также известно, что скорость распространения сейсмических волн во флюидах, флюидонасыщенном пласте намного меньше, чем скорость скелета горных пород во вмещающих породах. Поэтому на сейсмограммах

и временных разрезах отраженных волн и в годографах продольных отраженных, преломленных и проходящих волн наблюдается задержка времени их пробега. Одновременно на записях сейсмических сигналов наблюдается увеличение видимых периодов и, соответственно, уменьшение частоты упругих колебаний.

Учитывая факторы физических явлений волнового поля, в последние годы многие исследователи геофизики-нефтяники при прогнозировании углеводородных залежей начали применять многоволновую сейсморазведку для того, чтобы наряду с продольными волнами использовать поперечные и обменные волны, поскольку с их помощью можно устанавливать точно места расположения флюидов по пути прохождения (по лучу) сейсмических волн.

Обнаружение углеводородных скоплений в покрывающих и подстилающих средах с применением многоволновой сейсморазведки осуществляется следующим образом:

– искомый объект находится в покрывающей толще в области падающих волн, регистрируются волны типов *PPP*, *PPS*, *PSP*, *PSS*, *PP* и *PS*, отсутствуют волны типов *SSS*, *SSP*, *SPS*, *SPP*, *SP* и *SS*;

– искомый объект находится в покрывающей толще, в области отражения или преломления регистрируются волны типов *PPP*, *SPP*, *PSP*, *SSP*, *PP* и *SP*, отсутствуют волны типов *SSS*, *SPS*, *PPS*, *PSS*, *SS* и *PS*;

– искомый объект находится в подстилающей толще, в области ниже преломляющей границы, регистрируются волны типов *PPP*, *SPP*, *PPS*, *SPS* и отсутствуют волны типов *SSS*, *SSP*, *PSP*, *PSS*.

Кроме этого, установлено, что изменения значений динамических и кинематических параметров продольных отраженных, преломленных и проходящих волн зависят от мощности и фазности углеводородных соединений и пластовых вод, пористости и степени насыщенности коллекторов, а также от значения давления и температуры.

В процессе обработки и интерпретации сейсмических материалов, полученных методами отраженных, преломленных и проходящих

волн, авторами установлено, что продольные волны всех видов, проходя через флюиды (особенно через газовые залежи), образуют в угловом конце их ловушек динамически выдержанные продольные дифрагированные волны.

Также по фактическим данным сейсморазведки авторами установлено, что от водонефтяного и водогазового контакта регистрируется отражение, так называемое «плоское пятно». Отражение от этих контактов всегда регистрируется с горизонтальной осью синфазности, характеризующейся угловым несогласием с осью синфазности отраженных волн, идущих от кровли и подошвы пласта. При этом коэффициент отражения от этих контактов имеет тот же порядок, что и от других границ раздела среды.

Эта граница имеет две особенности: 1) ограниченная протяженность границы в случае малой мощности пласта и больших углов границы флюидонасыщенных сред может оказаться меньше размеров зон Френеля, что приведет к понижению интенсивности отражения от контакта; 2) незеркальный и шероховатый характер границы обуславливает амплитудную зависимость отражения от частотного диапазона исследования. В области контакта могут происходить вторичные преобразования, т.е. уменьшение пористости и увеличение плотности водонасыщенной части пород.

При анализе данных электроразведки, полученных ранее [16, 17], установлено, что значение удельного сопротивления нефти, газа и газоконденсата очень высокое и колеблется от 10^6 до 10^{14} Ом·м. В связи с этим удельное сопротивление водонасыщенных пластов значительно уменьшается, от 0,01 до 100 Ом·м. С другой стороны, также установлено, что увеличение пластовой температуры ведет к снижению значения удельного сопротивления пласта, а с увеличением геостатического давления (гравитационного эффекта) увеличивается значение удельного сопротивления флюидонасыщенного пласта.

Кроме того, из практики также известно, что сравнительно небольшая группа горных пород – металлические самородные минералы, сульфиды, некоторые окислы, высококарбона-

тизированные угли и графиты – обладает электронной проводимостью, и с увеличением концентрации таких материалов в породах удельное сопротивление их резко убывает.

Основные породообразующие минералы, такие как силикаты, большинство окислов (кварц и др.), карбонаты (кальций и др.), нитраты, фосфаты и т.п., обладают очень большим удельным сопротивлением. Большинство магматических пород характеризуются большими удельными сопротивлениями, причем изменение значения удельного сопротивления этих пород зависит от многих физико-геологических факторов, в частности от их структуры, текстуры, минерального состава и т.д.

Текстура и структура горных пород влияют главным образом на их электрическую анизотропию, в силу существования которой в большинстве случаев удельное сопротивление вдоль слоистости (ρ_l) меньше, чем поперек слоистости (ρ_n), т.е. $\rho_l < \rho_n$. В случае обратного явления наблюдается парадокс анизотропии. Обнаружение же флюидов в геологическом строении (в естественных условиях залегания) осуществляется с выявлением в гравитационных полях отрицательных локальных аномалий.

Таким образом, при анализе данных сейсморазведки, электроразведки и гравиразведки, полученных исследователями ранее при прогнозировании углеводородов, авторами установлены следующие геофизические признаки обнаружения углеводородных залежей в геологическом строении:

1. Сейсмические поперечные волны во флюидах не распространяются, и, соответственно, при наличии флюидов в геологическом строении на сейсмограммах отсутствует их регистрация.

2. При прохождении через флюидонасыщенные среды продольных проходящих, отраженных и преломленных волн, идущих от границ, расположенных ниже искомым объектов, наблюдается уменьшение значений эффективной и пластовой скоростей и частоты упругих колебаний, увеличение значений коэффициентов затухания, времени пробега и видимых периодов сейсмических волн.

3. Рассмотрев вышеуказанные факторы и учитывая данные литературы, авторы сгруппировали следующие сейсмические признаки. Были выделены кинематические, динамические, морфологические, и структурно-формационные группы признаков [4–8]:

А. Кинематические признаки:

– увеличение временного интервала между отражениями покрывающих и подстилающих горизонтов углеводородных залежей;

– уменьшение временного интервала между отражениями покрывающих горизонтов углеводородных залежей;

– увеличение числа фаз сигналов отраженных волн, идущих от подстилающих горизонтов и проходящих через углеводородные залежи;

– увеличение времени пробега отраженных волн, идущих от подстилающих горизонтов и проходящих через углеводородные залежи;

– увеличение значения пластовой скорости между покрывающими горизонтами углеводородных залежей;

– уменьшение значения пластовой (интервальной) скорости в области наличия углеводородных залежей;

– увеличение значения пластовой скорости между подстилающими горизонтами в области наличия углеводородных залежей.

Б. Динамические:

– уменьшение амплитуд упругих колебаний отраженных волн, идущих от подстилающих горизонтов и проходящих через углеводородные залежи;

– увеличение амплитуд упругих колебаний отраженных волн (яркое пятно), идущих от покрывающих горизонтов (поверхности) углеводородных залежей;

– уменьшение амплитуд упругих колебаний отраженных волн (темное или тусклое пятно), идущих от подстилающих горизонтов (от подошвы и ниже) углеводородных залежей;

– увеличение периода и, соответственно, уменьшение частоты (частотного спектра) упругих колебаний отраженных волн, идущих от подстилающих горизонтов (от подошвы и ниже) и проходящих через углеводородные залежи;

– уменьшение периода (увеличение частоты) упругих колебаний отраженных волн, идущих от покрывающих горизонтов (от кровли и выше) углеводородных залежей;

– увеличение коэффициента затухания упругих колебаний отраженных волн, идущих от подстилающих горизонтов (от подошвы и ниже) и проходящих через углеводородные залежи;

– уменьшение коэффициента затухания упругих колебаний отраженных волн, идущих от покрывающих горизонтов (от кровли и выше) углеводородных залежей;

– увеличение относительной дисперсии мгновенных частот σ/f в области наличия углеводородных залежей;

– увеличение относительной дисперсии мгновенных фаз σ/φ в области наличия углеводородных залежей;

– локальная смена полярности отраженных волн в угловых точках контактов углеводородов с вмещающими отложениями;

– увеличение интенсивности энергии отраженных и дифрагированных волн, образующихся в угловых точках контактов углеводородов с вмещающими породами;

– увеличение энергии отраженных волн, идущих от покрывающих горизонтов (кровли и выше) в области наличия углеводородных залежей;

– уменьшение энергии отраженных волн, идущих от подстилающих горизонтов (от подошвы и ниже) и проходящих через углеводородные залежи;

– изменение относительных дисперсий коэффициента отражения $K_{отр}$ по латерали;

– увеличение среднего значения модуля коэффициента отражения $|K_{отр}|$ в области покрывающих горизонтов (кровли и выше) углеводородных залежей;

– уменьшение среднего значения модуля коэффициента отражения $|K_{отр}|$ в области подстилающих горизонтов (подошвы и ниже) углеводородных залежей.

В. Морфологические (обнаружение углеводородных ловушек на миграционном временном разрезе по конфигурациям) признаки:

– антиклинальные (тектонические) ловушки обладают изометричными (куполами), слабывы-

тянутыми (брахиантиклинальными) и линейновытянутыми (антиклинальными) формами складок.

На миграционном временном разрезе куполы выражаются в почти симметрично выпуклой форме оси синфазности, а форма брахиантиклиналей выпуклая только с одной стороны или слабовытянутая в обе стороны. Антиклинальные складки, имея выпуклую форму, сильно растянуты в обе стороны.

Антиклинальные ловушки в соответствии со структурной формой могут быть:

а) сквозными, когда оси синфазностей сейсмических горизонтов прослеживаются начиная от кристаллического фундамента до поверхности в унаследованном виде, часто эти явления выражены даже на современном рельефе. Внутри этих унаследованностей своды антиклинальных ловушек иногда совпадают, а иногда смещаются в сторону;

б) погребенными, связанными с выступами кристаллического фундамента, здесь сейсмические горизонты имеют определенные амплитуды, которые затухают вверх по разрезу вплоть до горизонтали; антиклинальные ловушки перекрыты горизонтальными горизонтами сверху;

в) навешенными, располагающимися в некотором ограниченном интервале и не имеющими корней в кристаллическом фундаменте. Здесь антиклинальные ловушки сопровождаются горизонтальными осями синфазности горизонтов отраженных волн, идущих от покрывающих и подстилающих отложений.

– Неантиклинальные (стратиграфические, литологические, комплексные (литолого-стратиграфические) и рифовые) ловушки с точки зрения особенностей можно классифицировать следующим образом:

а) стратиграфические ловушки, связанные с выклиниванием пластов, – коллекторы. Здесь латеральным экраном является линия выклинивания и среза. В этом случае необходимо выяснить, где происходит выклинивание пластов: на моноклинали или же на крыльях антиклинальной складки. При всех вариантах выклинивание сопровождается слиянием осей синфазности

отраженных волн, идущих от кровли и подошвы выклинивающихся пластов, и прямой линии синфазности отраженных волн, идущих от поверхности среза;

б) литологические ловушки, связанные с фациальным замещением пластов, – коллекторы. Эти ловушки могут находиться и на антиклинали, и на моноклинали. К литологическим ловушкам относятся линзообразные и пластовые включения, палеоруслы, палеодельты и другие формы осадконакопления, которые представлены терригенными (песчаными) отложениями. Линзообразные включения на миграционном временном разрезе выделяются наличием параллельных осей синфазности горизонтов покрывающих и подстилающих отложений. Латеральными экранами являются выклинивания как в начале, так и в конце этих синфазностей.

Ловушки пластовых включений представляют собой хаотические записи симметрических сигналов, которые фиксируются с наличием однородных, неоднородных, неслоистых и сильно смятых сред, от которых не происходят отражения. Зона ограничивается сверху и снизу параллельными осями синфазностей покрывающих и подстилающих горизонтов.

Латеральные экраны пластового включения в миграционном временном разрезе характеризуются наличием внутри пласта однородных и неоднородных пород, в которых прослеживаются слоистые оси синфазности отраженных волн.

В ловушках палеоруслы и палеодельты в миграционном временном разрезе обнаруживаются отдельные зоны с отсутствием отражения, идущие от сред однородных слоистых пород;

в) комплексные ловушки, обладающие сложной и трудноопределяемой формой складчатости (моноклиналильные падения слоев с песчаными телами, экраном которых является линия среза). Они обнаруживаются при определении истинных значений пластовых скоростей коллекторского пласта, скоростей скелета горных пород и флюидов.

г) рифовые ловушки, связанные с органическими постройками – барьерными, шельфовыми, береговыми (краевыми) и т.д. По ряду специфических признаков, особенно по фаци-

альному комплексу, появляются в сейсмическом поле, т.е. по форме осей синфазности определяется наличие рифовых построек;

Г. Структурно-формационные (определение возраста, установление условия седиментации и изучение формы складчатости) признаки:

а) смена сейсмофаций (смена косослоистых на хаотические, дельтообразные или наоборот) внутри параллельно-слоистых покрывающих и подстилающих отложений. На миграционном временном разрезе косослоистые оси синфазности окружают хаотические записи в области ловушки;

б) латеральная смена типов слоистости в окружении ловушки, т.е. косослоистые отложения фиксируются до ловушки, сменяются после ловушки параллельно слоистыми отложениями. На миграционном временном разрезе косослоистые оси синфазности вокруг ловушки сменяются параллельно слоистыми осями синфазности.

в) латеральная смена частоты расслоения вокруг ловушки, т.е., с одной стороны, наблюдается сгущение ловушки сверху вниз (уплотнения), а с другой – расширение слоев ловушки (разуплотнения). Таким же образом ведут себя оси синфазности отраженных волн.

4. В концах флюидонасыщенных структур образуются продольные дифрагированные волны.

5. При использовании методов отраженных волн от водонефтяного и водогазового контактов регистрируются продольные отраженные волны с горизонтальной краткопротяженной осью синфазности.

6. Углеводородные залежи на гравиметрических полях, т.е. на графиках аномалии силы тяжести, выделяются с наличием локальных минимумов [9–12].

7. При наличии флюидов в геологическом строении наблюдаются высокие значения температуры и давления (АВПД и АВПоД).

8. Углеводородные залежи вдоль ствола скважин обнаруживаются по данным бокового каротажного зондирования с определением истинных значений удельного сопротивления и поляризации самообразования. При наличии

углеводородных соединений значения удельного сопротивления очень высокие, а при наличии пластовых вод значения удельного сопротивления низкие [13–15].

9. В отличие от истинных значений скорости и плотности, при наличии углеводородов в геологическом строении истинные значения удельного сопротивления очень высокие, а при наличии минерализованных и пресных пластовых вод истинные значения удельного сопротивления, как значения скорости и плотности, очень низкие [16–17].

Заключение

В заключение следует отметить, что, используя вышеуказанные геологические критерии и геофизические признаки, можно обнаруживать углеводородные залежи и места их скопления в геологическом строении, так как геологические критерии и геофизические признаки установлены на основании процессов образования нефти и газа и детального изучения геологического строения исследуемых территорий.

Список литературы

1. Гулиев И.И. Современные взгляды на происхождение нефти и газа // Научные труды НИПИ «Нефтегаз». – 2013. – № 4. – С. 21–24. DOI: 10.5510/OGP20130400173.
2. Разин А.В., Меркулов В.П., Чернов С.А. Применение геофизики при изучении месторождения нефти и газа / Центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела ТПУ. – Томск, 2004. – 332 с.
3. Гурбанов В.Ш., Султанов Л.А. О нефтегазонасности мезозойских отложений Азербайджана // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – № 16. – С. 7–13. DOI: 10.15593/2224-9923/2015.16.1.
4. Гурвич И.И., Боганик Г.Н. Сейсмическая разведка. – 3-е изд., перераб. – М.: Недра, 1980. – 551 с.
5. Сейсморазведка: справочник геофизика / под ред. И.И. Гурвич, В.П. Номоконова. – М.: Недра, 1981. – 464 с.
6. Интерпретация данных сейсморазведки: справочник / под ред. О.А. Потапова. – М.: Недра, 1990. – 448 с.
7. Боганик Г.Н., Гурвич И.И. Сейсморазведка: учеб. для вузов. – Тверь: Изд-во АИС, 2006. – 744 с.
8. Султанов Л.А., Наджаф-Кулиева В.М., Аббасова Г.Г. О закономерности распределения скорости продольных волн и плотности осадочных пород Прикаспийско-Кубинской области и междуречья Куры и Габырры // XX Губкинские чтения. – М., 2013.
9. Гравиразведка: справочник геофизика / под ред. Е.А. Мудрецов. – М.: Недра, 1981. – 397 с.
10. Гравиразведка: справочник геофизика / под ред. Е.А. Мудрецов, К.Е. Веселова. – М.: Недра, 1990. – 607 с.
11. Геофизические методы исследования: учеб. пособие для геологических специальностей вузов / В.К. Хмелевской, Ю.И. Горбачев, А.В. Калинин, М.Г. Попов, Н.И. Селиверстов, В.А. Шевнин. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КГПУ, 2004. – 227 с.
12. Гулиев И.И. Определение глубины аномалообразующего объекта произвольной формы на основе локальной аномалии силы тяжести // Геофизические новости Азербайджана. – 2014. – № 1–2. – С. 44–47.
13. Латышова М.Г., Мартынов В.Г., Соколова Т.Ф. Практическое руководство по интерпретации данных ГИС: учеб. пособие для вузов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2007. – 327 с.
14. Гулиев И.И. Интерпретация данных геофизических исследований скважин при прогнозировании углеводородных залежей // Азербайджан геологу. – 2013. – № 17. – С. 61–66.
15. Геофизические методы исследования скважин: справочник геофизика / под ред. В.М. Запорожца. – М.: Недра, 1983. – 591 с.
16. Дахнов В.Н. Электрическая разведка нефтяных и газовых месторождений. – 2-е изд. – М.-Л.: Гостоптехиздат, 1953. – 498 с.
17. Бабазаде О.Б., Гулиев И.И. Обнаружение углеводородных залежей в естественных условиях залегания методами сопротивлений // Известия высших технических учебных заведений Азербайджана. – 2015. – № 6. – С. 18–24.

References

1. Guliev I.I. Sovremennye vzgliady na proiskhozhdeniia nefiti i qaza [Modern views on the origin of oil and gas]. *Nauchnye trudy NIPPI "Neftegaz"*. Baku, 2013, no.4, pp.21-24.
2. Razin A.V., Merkulov V.P., Chernov S.A. Primenenie geofiziki pri izuchenii mestorozhdeniia nefiti i qaza [Application of geophysics in the study of oil and gas fields]. Tsentr professional'noi perepodgotovki spetsialistov neftegazovogo dela TPU. Tomsk, 2004. 332 p.
3. Gurbanov V.Sh., Sultanov L.A. O neftegasozonosnosti mezozoiskikh otlozhenii Azerbaidzhana [On oil-and-gas content of Mesozoic deposits in Azerbaijan]. *Bulletin of PNRPU. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining*, 2015, no.16, pp.7-13.
4. Gurvich I.I., Boganik G.N. Seismicheskaiia razvedka [Seismic exploration]. Moscow: Nedra, 1990. 551 p.
5. Gurvich I.I., Nomokonov V.P. (Ed.) Seismorazvedka [Seismic exploration]: spravochnik geofizika. Moscow: Nedra, 1981. 464 p.
6. Potapov O.A. (Ed.) Interpretatsiia dannykh seismorazvedki [Interpretation of the seismic data]: spravochnik. Moscow: Nedra, 1990. 448 p.
7. Boganik G.N., Gurvich I.I. Seismorazvedka [Seismic exploration]: uchebnik dlia vuzov. Tver': Izdatel'stvo AIS, 2006. 744 p.
8. Sultanov L.A., Nadzhaf-Kulieva V.M., Abbasova G.G. O zakonomernosti raspredeleniia skorsti prodol'nykh voln i plotnosti osadochnykh porod Prikaspiisko-Kubinskoi oblasti i mezhdurech'ia Kury i Gabyrry [About regularity of distribution of primary longitude waves rate and density of sedimentary rock in Pre-Caspian-Quba region and interfluvium of Kura and Gabyrra]. *XX Gubkinskie chteniia*. Moscow, 2013.
9. Mudrecova E.A. (Ed.) Gravitrazvedka [Gravity prospecting]: spravochnik geofizika. Moscow: Nedra, 1981. 397 p.
10. Mudrecova E.A., Veselov K.E. (Ed.) Gravitrazvedka [Gravity prospecting]: spravochnik geofizika. Moscow: Nedra, 1990. 607 p.
11. Khmelevskoi V.K., Gorbachev Iu.I., Kalinin A.V., Popov M.G., Seliverstov N.I., Shevin V.A. Geofizicheskie metody issledovaniia [Geophysical methods of investigation]: uchebnoe posobie dlia geologicheskikh spetsial'nostei vuzov. Petropavlovsk-Kamchatskii: Izdatel'stvo KGPU, 2004. 227.
12. Guliev I.I. Opredelenie glubiny anomalobrazuiushchego ob"ekta proizvol'noi formy na osnove lokal'noi anomalii sily tiazhesti [Determination of depth of object that form anomalies of any form on basis of local gravity anomalies]. *Geofizicheskie novosti Azerbaidzhana*, 2014, no.1-2, pp.44-47.
13. Latyshova M.G., Martynov V.G., Sokolova T.F. Prakticheskoe rukovodstvo po interpretatsii dannykh GIS [Practical guidance for GIS data interpretation]: uchebnoe posobie dlia vuzov. Moscow: Nedra-Biznescentr, 2007, 327 p.
14. Guliev I.I. Interpretatsiia dannykh geofizicheskikh issledovaniia skvazhin pri prognozirovaniia uglevodorodnykh zalezhei [Interpretation of well survey data during hydrocarbon deposits prediction]. *Azerbaidzhan geologu*, 2013, no.17, pp.61-66.
15. Zaporozhec V.M. (Ed.) Geofizicheskie metody issledovaniia skvazhin [Well logging]: spravochnik geofizika. Moscow: Nedra, 1983. 591 p.
16. Dakhnov V.N. Elektricheskaiia razvedka nefitnykh i gazovykh mestorozhdenii [Electrical exploration of oil and gas fields]. 2 izdanie. Moscow-Leningrad: Gostoptekhizdat, 1953. 498 p.
17. Babazade O.B., Guliev I.I. Obnaruzhenie uglevodorodnykh zalezhei v estestvennykh usloviakh zaleganiia metodami soprotivlenii [The discovery of hydrocarbon accumulations under natural conditions of occurrence by resistivity method]. *Izvestiia vysshikh tekhnicheskikh uchebnykh zavedenii Azerbaidzhana*, 2015, no.6, pp.18-24.

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Определение наличия углеводородных залежей в естественных условиях залегания на основе практических данных / В.Ш. Гурбанов, О.Б. Бабазаде, Л.А. Султанов, И.И. Гулиев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2016. – Т. 15, № 19. – С. 114–121. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.19.2

Please cite this article in English as:

Gurbanov V.Sh., Babazade O.B., Sultanov L.A., Guliev I.I. Discovery of hydrocarbon accumulations formed under natural conditions of occurrence based on field data. *Bulletin of PNRPU. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining*, 2016, vol.15, no.19, pp.114–121. DOI: 10.15593/2224-9923/2016.19.2