

## **РОЛЬ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ЮЖНО-ПИЛЬТУНСКОГО УЧАСТКА ПИЛЬТУН-АСТОХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НА ШЕЛЬФЕ О-ВА САХАЛИН**

**Н.В. Павлинова, А.Ю. Шахова**

*Российский университет дружбы народов  
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 11541*

В статье приводятся общие сведения о геологическом строении Южно-Пильтунского участка Пильтун-Астохского нефтегазоконденсатного месторождения, а также рассматривается вопрос о роли грязевого вулканизма и научно-практической значимости изучения этого природного явления с целью уточнения факторов формирования нефтегазовых залежей и проектирования дальнейшей разработки Южно-Пильтунского участка. Актуальность исследований взаимосвязи грязевого вулканизма с геодинамикой месторождений углеводородного сырья связана с внедрением и разработкой новых научных направлений в геологию и геохимию нефти и газа, а также методов поисков и разведки нефтегазовых месторождений с учетом предыдущих достижений в комплексе наук о Земле. В настоящее время не вызывает сомнений то, что элизионные системы (особенно грязевой вулканизм) связаны с нефтегазоносностью (особенно с миграцией флюидов УВ) и распространены в областях, где тектоническая активность выражается в складкообразовании. Помимо выяснения особенностей геологического строения Южно-Пильтунского участка Пильтун-Астохского месторождения, целью данной статьи также является поиск взаимосвязей деятельности грязевых вулканов и залежей УВ нутовского подгоризонта, выявление приуроченности вулканизма к геодинамическим обстановкам нефтегазового месторождения, определение особенностей тектонического строения территории.

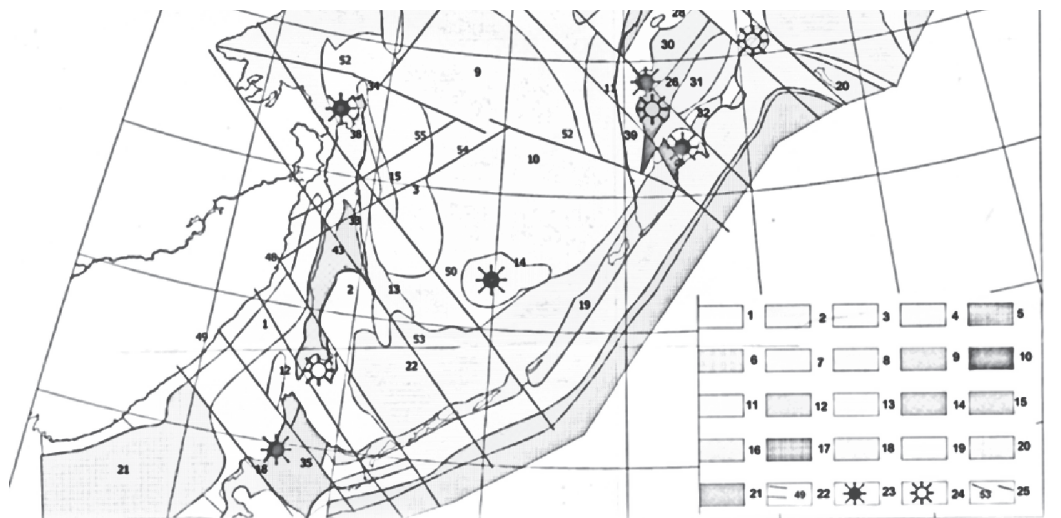
На основе полученных данных прошлых лет формируются задачи ближайших перспективных исследований, а проведенная систематизация и комплексирование позволяют говорить о том, что характер распределения различных форм тектонических нарушений, а также некоторые другие факторы, являются причиной непосредственной связи грязевого вулканизма с геодинамикой нефтяных и газовых месторождений.

**Ключевые слова:** шельф Сахалина, грязевой вулканизм, нефтегазовое месторождение, сейсмическое профилирование, залежь углеводородов

Пильтун-Астохское месторождение, расположенное на северо-восточном шельфе Сахалина, относится к Охотской нефтегазоносной провинции (НГП), к Северо-Восточно-Сахалинскому осадочному бассейну.

В тектоническом аспекте территория данного бассейна граничит с Северо-Охотским, Центрально-Охотским, Южно-Охотским, Западно-Сахалинским и Южно-Сахалинским бассейнами по системе региональных разломов и вулканогенно-осадочным островодужным образованиям (рис. 1). Отложения фундамента выделяются по сейсмическим данным по наличию фрагментарных сейсмических отражений и в свою очередь представлены триас-нижнемеловыми вулкано-

генно-терригенными толщами так называемого «аккреционного клина», образовавшегося в результате столкновения раннемезозойских островных дуг с континентом.



1-5 – морфоструктуры морского дна: 1 – прогибы (1 – Южно-Татарский, 2 – зал. Терпения, 3 – Дерюгина, 4 – Северный, 5 – Литке, 6 – Хатырский); 2 – зоны хребтов и бассейнов (7 – Шантарская, 8 – Гужигинская); 3 – поднятия (9 – Охотский свод, 10 – Охотская складчато-надвиговая система, 11 – Прикамчатское); 4 – хребты и валы (12 – Монеронский, 13 – Терпения, 14 – Академики наук, 15 – Шнитловский, 16 – Кашеварова, 17 – Ширшова); 5 – дно океана; 6-16 – системы островных дуг: 6-9 – активные геодинамические системы: 6 – вулканические дуги (18 – Северо-Восточной Японии, 19 – Курило-Оюлокамчатская, 20 – Алеутская); 7 – междууговые и предуговые прогибы; 8 – глубоководные котловины: а – активные (22 – Курильская, 23 – Командорская), б – утратившие активность (21 – Центрально-Японская, 24 – Алеутская); 9 – глубоководные желоба; 10-16 – палеостроводуговые системы: 10 – фундамент (25 – Камчатский массив); 11 – структуры, переходные от океанических к островодугам; 12 – палеовулканические дуги (26 – Анавайская, 27 – Эрзулянская); 13 – прогибы (28 – Титинский); 14 – рифты с угасшим андезит-базальтовым вулканизмом (29 – Алукий); 15 – рифты с угасшим щелочным риолит-базальтовым вулканизмом (30 – Уксичанский); 16 – рифты с активным вулканизмом (31 – Ключевской, 32 – Семьячинский); 17-20 – складчато-надвиговые системы (на суше): 17 – океанические (33 – Восточно-Сахалинская, 34 – Шмидтовская, 35 – Токоро, 36 – Коржская); 18 – эпокеанские (37 – Велюреченская); 19 – рифтогенные прогибы (38 – Северо-Сахалинский, 39 – Бояперский, 40 – Анаварский); 21 – трансформные геоструктуры (44 – Чукотская, 45 – Валижен-Ширшовская, 46 – Палано-Командорская, 47 – Ичико-Авачинская, 48 – Синегорская, 49 – Исикири-Бикинская); 23 – вулканотектонические структуры (ВТС); 24 – структуры центрального типа (СПТ); 25 – региональные разломы и структурные швы (50 – Симушир-Пильгунский, 51 – Лисенский, 52 – Осевой, 53 – Невский, 54 – Усть-Набилский, 55 – Ногинский).

**Рис. 1.** Выкопировка из схемы тектонического районирования Охотско-Беринговоморского мегаблока. Сост. В.К. Ротман [1]

На севере острова главные структуры граничат с Северо-Сахалинским прогибом. Как видно из рис. 1, южной границей прогиба является Усть-Набилский шов, протянувшийся от м. Мосия на западном побережье Сахалина в СВ направлении до устья р. Набиль. Другой крупный шов — Пильгунский, имеющий ЮВ-СЗ направление, который делит прогиб на северную и южную часть. В ЮВ направлении Пильгунский шов прослеживается в акваторию Охотского моря и, следовательно, в региональном плане является крупнейшим тектоническим разделом в западной части Охотского моря, разделяющим структуры Монголо-Охотского пояса, Сихотэ-Алинской складчатой области, Сихотэ-Алинского вулканического пояса и Восточно-Сахалинской складчатой системы от структур Охотского моря. Таким образом, формирование прогиба происходило при блоковом погружении по двум перпендикулярным системам разломов [1].

Осадочная толща бассейна, преимущественно терригенного состава, разделена на несколько структурно-стратиграфических комплексов, которые отличаются по своему литологическому составу и степени дислоцированности пород. Предполагается, что основным источником осадков был их вынос из Праамура. Для нас представляет интерес нижненутовский подгоризонт средне-верхнемиоценового комплекса, к которому приурочены основные продуктивные пласты Пиль-

тун-Астохского месторождения. Подгоризонт представлен чисто морскими отложениями мощностью до 2800 м. Различаются отложения верхней, средней, нижней сублиторали и верхней батиаля. Для разрезов Пильтун-Астохского месторождения характерно чередование песчаников, алевролитов и глин, причем, большая роль принадлежит алевроито-глинистым породам. Песчано-глинистые пласты и линзовидные образования, с границами которых связаны залежи углеводородов, сформировались в авандельтовых условиях [2]. Породы-коллекторы представлены песчаниками и алевролитами, залегающими в виде антиклинальной складки ССЗ-ЮЮВ. Месторождение приурочено к ловушкам, объединяющим три куполовидных поднятия [3] простирающиеся вдоль внутреннего глубинного поднятия. Глубинные поднятия сыграли важную роль в эволюции месторождения, контролируя пространство в период растяжения во время отложения осадков на протяжении эпохи олигоцена вплоть до плиоцена. Возобновление активности нарушений в фундаменте оказывало воздействие на их положение в период фаз сжатия. Глубинные поднятия, скорее всего, ограничены глубинными разломами, которые, возможно, образовались как надвиги и впоследствии претерпели сложные процессы сжатия и инверсии в кайнозое.

К наиболее интересным особенностям геологического строения Южно-Пильтунского участка, выявленным при интерпретации данных сейсморазведки в 2006—2009 г., относятся палеоврезы/палеоканьоны, заполненные глинами (рис. 2). К настоящему времени среди геологов компании «Сахалин Энерджи Инвестмент Компани Лтд.» доминирует представление о том, что данные палеоканьоны можно интерпретировать как некий непроницаемый барьер, разделяющий залежи УВ. Важность их выделения обусловлена проблемой размещения залежей нефти и газа на разных уровнях по вертикали, т.е. при отсутствии видимых структурно-тектонических экранов в соседних скважинах, по данным испытаний отмечается различное положение водо-нефтяных контактов. На рисунке 2 видно, что палеоврез делит Южно-Пильтунский участок на две части, названные блоки 2С и Южно-Пильтунский. По результатам проведенной сейсморазведки в скважинах № 12 и № 2 водонефтяной контакт блока 2С находится на отметке — 2010 м, в то время как водонефтяной контакт Южно-Пильтунского блока находится на отметке — 2008 м. Таким образом, по мнению некоторых специалистов, различное положение водонефтяных контактов в соседних скважинах, пробуренных в разных блоках месторождения, объясняется наличием непроницаемых для углеводородных флюидов палеоканьонов.

Авторами этой статьи предлагается иной вариант трактовки данной проблемы. Речь пойдет о деятельности грязевого вулканизма. В настоящее время на Сахалине известны четыре крупных грязевых вулкана, три из которых расположены в южной части острова (Пугачевский, Южно-Сахалинский и Лесновский), а четвертый — Дагинский — на побережье Дагинского залива достаточно близко от Пильтун-Астохской структуры (рис. 3). Изучение молодого экструзивного подводного магматизма — новое направление в геологии, которое становится все более популярным среди нефтяников. Считается, что грязевые вулканы связаны с зонами разуплотнения в земной коре, приурочены к сдвиговым деформациям

и являются индикаторами флюидодинамической активности земных недр [2]. Дагинские грязевые источники, рассеянные по берегу и дну лагуны, представляют собой небольшие (диаметром до 5 м) кратеры, интенсивного пузырькового выделения метана. Глинистый материал из дагинского грязевого вулкана представлен пелит-алевритовым осадком темно-серого цвета, содержащего гидрослюда, хлориты, смектиты, кварц, кальцит и плагиоклаз [6].

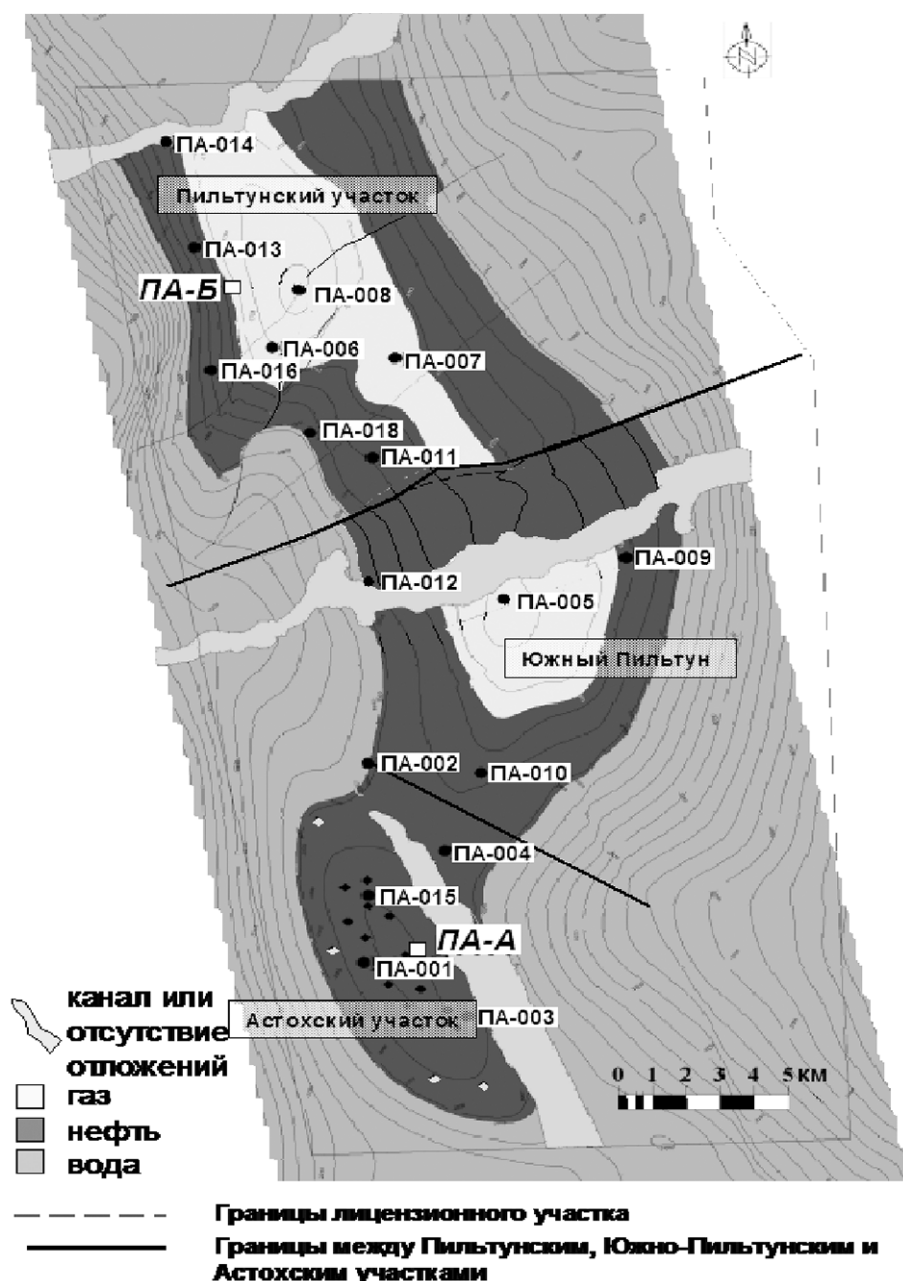
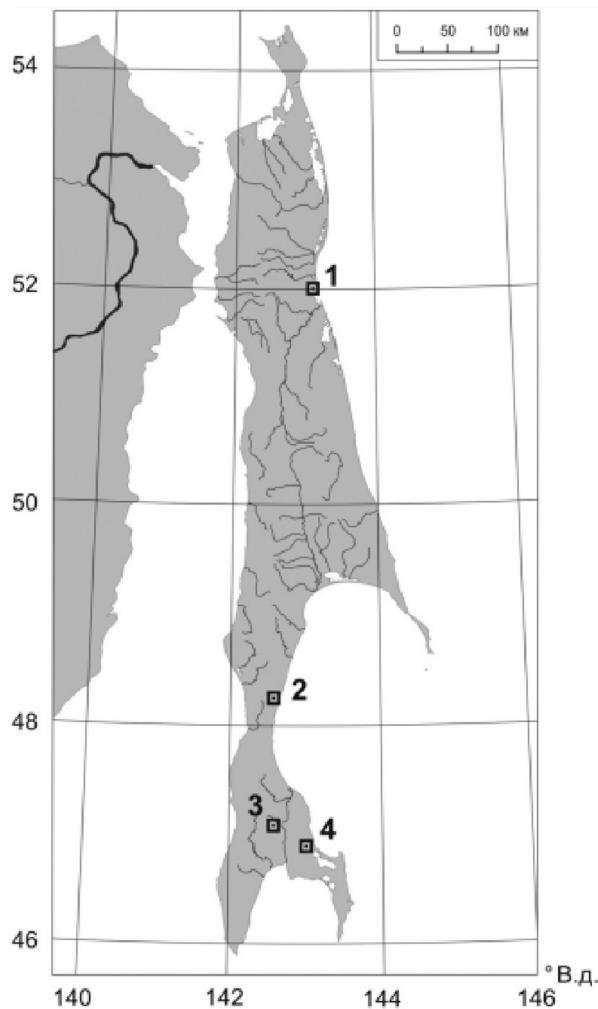


Рис. 2. Структурная карта по кровле пласта XXI-S [4]



**Рис. 3.** Расположение участков проявления наземного грязевого вулканизма о-ва Сахалин:  
1 — Дагинский грязевулканический участок; 2 — группа Пугачевских грязевых вулканов и влк. Восточный;  
3 — Южно-Сахалинский грязевой вулкан;  
4 — Лесновский грязевой вулкан [5]

По мнению многих исследователей, проявление грязевого вулканизма можно рассматривать как один из важнейших признаков наличия в регионе нефтегазопроявлений (рис. 4). По данным А.А. Якубова [7], к факторам, обуславливающим грязевулканические проявления, можно отнести следующие:

- наличие в разрезе мощных толщ глинистых пород, выполняющих функцию флюидоупоров и служащих исходным материалом для образования сопочной брекчии;
- присутствие пластовых вод, размягчающих глинистые породы;
- наличие мощных источников углеводородных газов;
- наличие тектонических разрывов, создающих пути для выбросов сопочно-го материала с больших глубин на дневную поверхность.

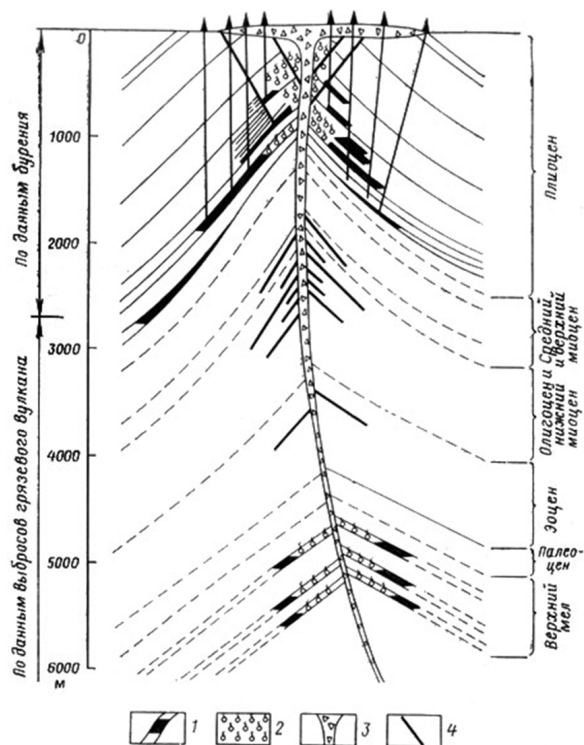


Рис. 4. Геологический профиль через грязевой вулкан Локбатан. По А.А. Якубову:  
1 — нефть, 2 — газ, 3 — брекчия, 4 — разломы [7]

На Дальнем Востоке России лишь остров Сахалин удовлетворяет главным требованиям, необходимым для проявления грязевого вулканизма: наличие мощных осадочных толщ с нефтяными и газовыми залежами (преимущественно залегающие в сводовой части антиклинальной складки), высокая современная сейсмотектоническая активность. Кроме того, грязевые вулканы обычно приурочены к глубоким разрывным нарушениям в осадочном чехле, особенно к местам пересечений разрывов разного простирания (Ногликский и Пильгунский разломы).

Строение питающих каналов грязевых вулканов известно в основном по материалам сейсмических исследований и в меньшей степени бурения, но авторы обращают внимание на то, что Южно-Пильгунский участок пока не разрабатывается, а потому еще не отработаны сейсмические профили, учитывающие местоположение вулканов. Более ранние сейсморазведочные профили могли проходить не через вулканы, а рядом с ними, в сотнях метров и даже километрах, в связи с чем их интерпретация осталась незатронутой. При целенаправленном изучении картина может быть уточнена и существенно скорректирована путем применения, например, метода микросейсмического зондирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ротман В.К. Геология и полезные ископаемые России. Дальневосточные моря. Т. 5. Книга 2; Л.: ВСЕГЕИ, 2005.
- [2] Харахинов В.В. Нефтегазовая геология Сахалинского региона. М.: Научный мир, 2010.

- [3] *Гладенков Ю.Б.* Кайнозой Сахалина и его нефтегазоносность. М.: ГЕОС, 2002.
- [4] URL: <http://mybiblioteka.su/5-55440.html>
- [5] *Мельников О.А.* Грязевой (газоводолитокластитовый) вулканизм острова Сахалин: история, результаты и перспективы исследований // Вестник ДВО РАН. 2010. № 6.
- [6] *Сорочинская А.В.* Геохимические и минералогические особенности грязевых вулканов о-ва Сахалин // Вестник ДВО РАН. 2008. № 4. С. 140.
- [7] *Якубов А.А.* Грязевой вулканизм Советского Союза и его связь с нефтегазоносностью. Баку: Элм, 1980.

## **ROLE OF MUD VOLCANISM IN THE SOUTH-PILTUN OIL AND GAS FORMATION OF SAKHALIN OFFSHORE PILTUN-ASTOKH DEPOSIT**

**N.V. Pavlinova, A.Yu. Shakhova**

Peoples' Friendship university of Russia  
*Ordjonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419*

This article provides general information about the geological structure of South-Piltun oil and gas deposit as well as it considers the role of mud volcanism and its scientific-practical significance in order to clarify factors of oil and gas deposit formation for South-Piltun further development.

Petroleum expert's wide interest and thematic justification connected with the mud volcanism and hydrocarbon deposit geodynamics correlation are associated with new scientific disciplines implementation and development in oil and gas geology and geochemistry, as well as with the oil and gas fields upstream methods in view of the previous achievements in a complex of Earth Sciences. Currently, without any doubt the elision systems (especially mud volcanism) are associated with hydrocarbon saturation (especially taking into account hydrocarbon fluids migration) and are abundant in the areas where tectonic activity is expressed as the folding. In addition to clarify the geological structure characteristics of the Piltun-Astokh field (South-Piltun area) the main aim of this article is defining the connection between mud volcanoes and Nutovo subhorizon hydrocarbon deposits, revealing of volcanic confinedness to the oil and gas deposits geodynamic conditions, as well as the definition of the territory tectonic structure features.

Taking into consideration the previous years' experience and data obtained next challenging tasks should be formed, the systematization and integration carried out suggest that fault different forms distribution nature and some other factors are responsible for direct correlation between mud volcanism and oil and gas fields geodynamics.

**Key words:** Sakhalin shelf, mud volcanism, oil and gas field, seismic profiling, hydrocarbon accumulation

### **REFERENCES**

- [1] Rotman V.K. *Geologiya i poleznye iskopaemye Rossii. Dal'nevostochnye morya* [Geology and mineral resources of Russia. Arctic and Far East Seas]. Volume 5. Book 2; L.: VSEGEI, 2005.
- [2] Kharakhinov V.V. *Neftegazovaya geologiya Sakhalinskogo regiona* [Sakhalin region oil and gas geology]. М.: Nauchnyy mir, 2010.
- [3] Gladnikov Yu.B. *Kaynozoy Sakhalina i ego neftegazonosnost'* [Sakhalin Kainozoic era and its hydrocarbon saturation]. М.: GEOS, 2002.

- [4] URL: <http://mybiblioteka.su/5-55440.html>
- [5] Mel'nikov O.A. Gryazevoy (gazovodolitoklastitovyy) vulkanizm ostrova Sakhalin: istoriya, rezul'taty i perspektivy issledovaniy [Sakhalin mud volcanism: origin, results and research challenges]. Vestnik DVO RAN. 2010. № 6.
- [6] Sorochinskaya A.V. Geokhimicheskie i mineralogicheskie osobennosti gryazevykh vulkanov o-va Sakhalin [Sakhalin geochemical and mineralogical mud volcanoes features]. Vestnik DVO RAN. 2008. № 4. S. 140.
- [7] Iakubov A.A. Griazevoi vulkanizm Sovetskogo Soiuza i ego sviaz s neftegazonosnostiu [Soviet Union mud volcanism and its correlation with hydrocarbon saturation]. Baku: Elm, 1980.]