

DOI 10.21672/2077-6322-2019-73-2-018-025

**ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ВУЛКАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НИЖНЕ-ТАЁЖНОЙ ПЛОЩАДИ
(СЕВЕРНОЕ ПРИМОРЬЕ)**

Ивин Виталий Викторович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, Российская Федерация, 690022, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостоку, 159, e-mail: ivin_vv@mail.ru

Медведев Евгений Иванович, научный сотрудник, Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, Российская Федерация, 690022, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостоку, 159, e-mail: Cage21@mail.ru

Фатьянов Игорь Иванович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, Российская Федерация, 690022, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостоку, 159, e-mail: 1937fat@list.ru

Нижне-Таёжная площадь входит в состав Восточно-Сихотэ-Алиньской вулканоплутонического пояса (ВСАВПП), расположенного в зоне перехода «континент – океан», и имеет весьма сложенное геологическое строение. Изучение геолого-геохимического состава, строения и закономерностей размещения вулканогенно-осадочных пород Нижне-Таёжной площади (НТП) позволят существенно дополнить данные по геолого-геохимическим особенностям мезозойско-кайнозойского этапа формирования ВСАВПП. Для НТП впервые получены данные по химическому составу петрогенных, редких и рассеянных элементов разновозрастных вулканических комплексов: приморского, самаргинского, богопольского и кизинского. В результате проведённых исследований показано, что исследуемые комплексы сложены высококальцевыми разностями пород и различаются по содержанию редких и рассеянных элементов. Приморский комплекс, по сравнению с другими вулканическими комплексами НТП, характеризуется повышенными концентрациями вольфрама, цинка, свинца, тория, лантана церия, низкими содержаниями ниобия, стронция, циркония и титана. Самаргинский комплекс характеризуется отчётливым минимумом содержаний титана, стронция и максимумом – неодима. Богопольский и кизинский комплексы по распределению редких и рассеянных элементов имеют схожий трендовый облик с другими вулканическими комплексами узла, отличаясь только уровнем их концентраций.

Ключевые слова: комплекс, концентрация, порода

**GEOLOGICAL FEATURES OF THE VOLCANIC COMPLEXES
OF THE LOWER-TAIGA ORE NODE (NORTHERN PRIMORIE)**

Ivin Vitaliy V., Ph. D. in Geological Science, Senior Researcher, Far East Geological Institute Far East Branch Russian Academy of Sciences, 159, 100-letya Vladivostoka Ave., Vladivostok, 690022, Russian Federation, e-mail: ivin_vv@mail.ru

Medvedev Evgenii I., Junior Researcher, Far East Geological Institute Far East Branch Russian Academy of Sciences, 159, 100-letya Vladivostoka Ave., Vladivostok, 690022, Russian Federation, e-mail: Cage21@mail.ru

Fatyaynov Igor I., Senior Researcher, Far East Geological Institute Far East Branch Russian Academy of Sciences, 159, 100-letya Vladivostoka Ave., Vladivostok, 690022, Russian Federation, e-mail: Igor.1937@list.ru

Nizhne-Taiga area is part of the East-Sikhote-Alin volcanic-plutonic belt (ESAVPB) located in the transition zone of the continent ocean and has a very folded geological structure. The study of the geological and geochemical composition, structure and patterns of placement of volcanogenic-sedimentary rocks of the Lower-Taiga area (LTA) will significantly complement the data on the geological and geochemical features of the Mesozoic-Cenozoic stage of the formation of the ESAVPB. The novelty of the work lies in the fact that for the LTA geochemical data on the chemical composition of the petrogenic, rare and trace elements of uneven-age volcanic complexes: Primorsky, Samarginsky, Bogopol and Kizinsky, were first obtained. As a result of the conducted studies, it was shown that the complexes under study are composed of high-pot difference of rocks and differ in the content of rare and dispersed elements. The seaside complex in comparison with other LTA volcanic complexes is characterized by elevated concentrations of tungsten, zinc, lead, thorium, lanthanum cerium, low concentrations of niobium, strontium, zirconium and titanium. The Samargin complex is characterized by a distinct minimum of the contents of titanium, strontium and the maximum – neodymium. The Bogopolsky and Kizinsky complexes in the distribution of rare and dispersed elements have a similar trend appearance with other volcanic complexes of the node, differing only in the level of their concentrations.

Keywords: complex, concentration, volcanic rock

Нижне-Таёжная площадь (НТП) расположена в Центральном секторе Восточно-Сихотэ-Алинского вулканоплутонического пояса (ВСАВПП). Изучением возраста, состава и продолжительности формирования ВСАВПП занимались многие специалисты. Результаты их исследований в конце XX в. обобщил В. А. Михайлов [4], а в начале XXI в. – А. И. Ханчук, Г. А. Валуй, В. К. Попов, В. Г. Сахно, В. П. Симаненко [6]. Согласно данным А. И. Ханчука [8], сеноман-маастрихтский этап вулканизма ВСАВПП реконструируется как надсубдукционный. Другие исследователи считают его рифтогенным сдвигово-раздвигового типа [7]. Однако все исследователи признают, что магматизм этого периода весьма своеобразен и отражён в особенностях строения пояса. На рубеже мезозоя-кайнозоя произошло изменение вектора движения Тихоокеанской плиты и, как следствие, смена надсубдукционной геодинамической обстановки на трансформную, что сопровождалось активной вулканической деятельностью [9]. Детальное изучение вулканических комплексов НТП было проведено в Аналитическом центре ДВГИ ДВО РАН с помощью современных инструментальных методов. Содержания петрогенных элементов определялись рентгенофлуоресцентным методом на сканирующем спектрометре “S4 Pioneer” (аналитик – Е. А. Ноздрачев), содержание редких и рассеянных элементов – методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на спектрометре “Agilent 7500с” (аналитик – М. Г. Блохин). Результаты этих исследований приводятся в данной статье.

Нижне-Таёжная площадь (НТП) имеет площадь около 500 км², расположена в Прибрежной зоне Восточно-Сихотэ-Алинского вулканоплутонического пояса и граничит хорошо изученной Тернейской вулканоструктурой. Она характеризуется весьма сложным геологическим строением (рис. 1). Стратифицированные образования НТП принадлежат двум структурным этажам: нижнему – терригенному, где они смяты в крутые складки северо-восточного простирания, и верхнему – вулканогенному, включающему эффузивно-пирокластические образования приморского (турон-кампан), самаргинского (маастрихт), богопольского (маастрихт-дат), и кизинского (миоцен) комплексов [2].

В пределах НТП распространены вулканогенные образования мелового палеоценового и миоценового возраста. Представителями сеноман-маастрихтского магматизма являются вулканиты приморского и самаргинского комплексов (рис. 1). Вулканогенные образования приморского комплекса занимают значительную часть НТП, участвуя в строении вулканотектонических структур. По литолого-петрографическим особенностям они разделены на три пачки.

Первая (нижняя) пачка (K_2pr_1) обладает однообразным составом и сложена преимущественно псаммитовыми и псефито-псаммитовыми литокристаллокластическими туфами риолитов, содержащими обломки пород фундамента. Отмечаются агломератовые туфы, редко – игнимбриты риолитов с отчётливо проявленной псевдофлюидальностью. Для вулканитов пачки характерна общая литифицированность, сливной фельзитовидный лавообразный облик основной массы, незначительное развитие среди них грубообломочных разностей пород и широкая распространённость метасоматических преобразований: аргиллизации, пропилитизации, ороговикования и грейзенизации. Видимая мощность отложений – более 250 м.

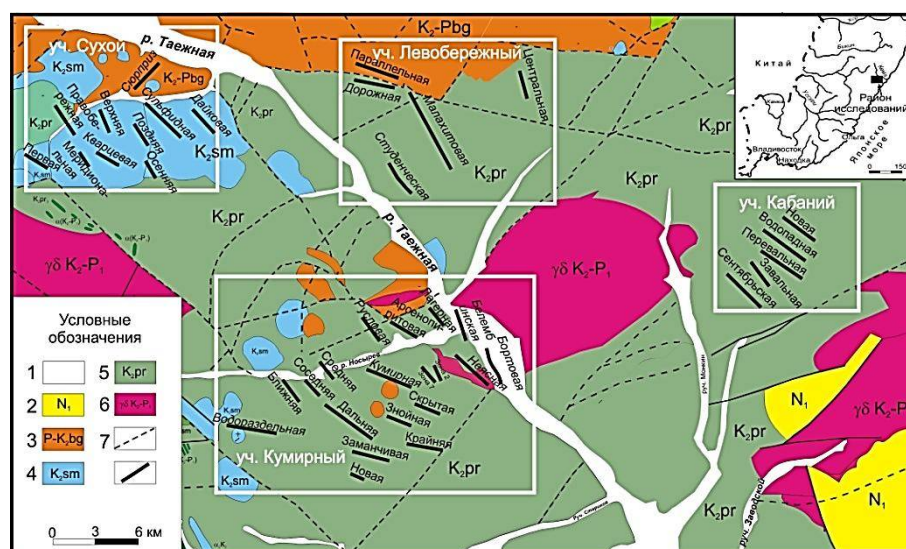


Рис. 1. Геологическое строение Нижне-Таёжной площади (по материалам АО «Примгеология» с дополнениями авторов): 1 – аллювиальные отложения; 2 – кизинский вулканический комплекс (N_1); 3 – богопольская толща ($P-K_2bg$); 4 – самаргинская толща (K_2sm); 5 – приморская толща (K_2pr); 6 – гранитоидные массивы ($\gamma\delta K_2-P_1$); 7 – тектонические нарушения; 8 – рудные тела

Вторая (средняя) пачка (K_2pr_2) состоит из сваренных, в меньшей мере спёкшихся (игнимбритовидных) псефитовых и псефито-псаммитовых туфов риолитов. Редко отмечаются прослои игнимбритов, туфитов, пепловых и грубообломочных туфов. Типоморфными особенностями пачки являются фациальная изменчивость пород, преобладание разностей псефитовой структуры, незначительная роль игнимбритов, заметная проявленность вторичных изменений кварц-гидрослюдистого и пропилитового состава. Мощность пачки 250–450 м.

Третья (верхняя) пачка (K_2r_3) имеет однообразный состав и сложена, в основном, игнимбритами с присутствием аргиллизированного вулканического стекла, спёкшимися и сваренными туфами риолитов. Наблюдаются редкие прослои туффитов, туфоалевролитов, туфопесчаников и туфов риолито-дацитового состава. Вулканиды верхней пачки развиты в Носыревской кальдере, краевых частях Тальниковой кальдеры и в Шандуйской вулканической постройке. Они ассоциируют с экструзивами и некками риолитов. Наблюдается фациальная изменчивость вулканидов, которая выражается в постепенной смене от центра эруптивного аппарата к его периферии. Отмечается преобладание типичных игнимбритов в средней, а спёкшихся псаммитовых туфов – в верхней части разреза. Характерными особенностями пачки являются хорошо проявленная псевдофлюиальность, небольшой объём грубой пирокластики. Мощность верхней пачки достигает 450 м.

Контакты вулканогенных образований приморского комплекса с ниже и вышележащими отложениями преимущественно тектонические и лишь в бассейне руч. Березового они согласно перекрываются накоплениями самаргинской свиты [3]. Вдоль разрывных нарушений, а также вблизи экструзий и некков самаргинского комплекса, вулканиды приморского комплекса серицитизированы и окварцованы, местами превращены в кварц-серицитовые и андалузит-кварц-серицитовые метасоматиты.

Экструзивные образования, в силу схожести их облика и состава с вмещающими вулканидами, выделяются с трудом. Наиболее крупные (10–15 км²) сосредоточены в центральной части Носыревской кальдеры по левобережью нижнего течения р. Белембе, где они совместно с интрузивами гранитоидов образуют локальные очаговые структуры интрузивно-купольного типа. Более мелкие тела развиты в бассейне руч. Каменистого и по правобережью руч. Петрованова. Сложены экструзивные тела крупнопорфировыми риолитами, иногда переходящими в гранит-порфиры, а также кластолавами кислого состава. Наиболее крупный Белембинский экструзив сложен игниспумитами риолитов, часто окварцованными и эпидотизированными. В краевых частях экструзивов иногда отмечаются породы брекчиевой текстуры. Отдельные экструзивы обладают хорошо сохранившимся агломератовым строением.

Образования приморского вулканического комплекса относятся к высококальциевым разностям с умеренной глиноземистостью, нормальной и повышенной щёлочностью и принадлежат к известково-щелочной серии. На классификационной диаграмме они расположены в поле риолитов (рис. 2).

Породы вулканогенной толщи подверглись интенсивной метасоматической переработки. Площадные изменения контролируются эруптивными аппаратами и некками дацитов, сериями сближенных разрывов. Широкое развитие получили кварц-серицитовое замещение пород вплоть до образования вторичных кварцитов, а также аргиллизация и пропилитизация.

Представителем палеогенового магматизма на территории НТП являются вулканогенные образования богопольского комплекса. Они участвуют в строении двух сопряжённых кальдер – Тальниковой и Шандуйской. По литолого-петрографическим признакам стратифицированные накопления комплекса разделяются на три пачки [3].

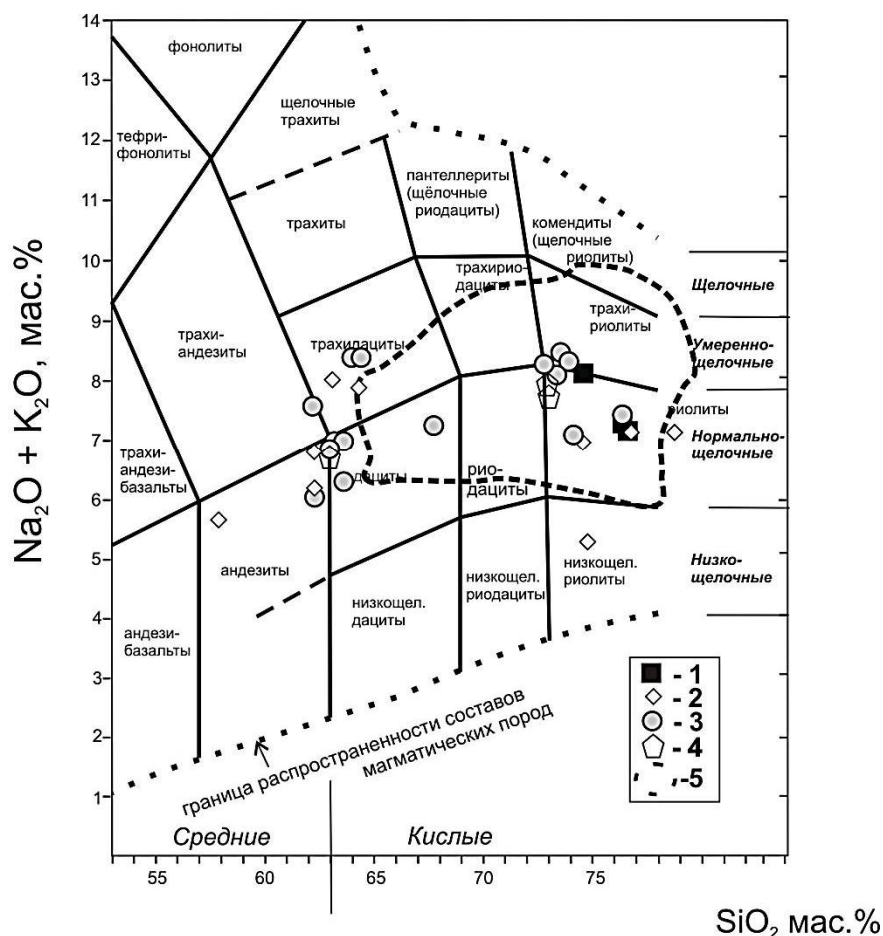


Рис. 2. Положение вулканических комплексов НТП на классификационной диаграмме $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})-\text{SiO}_2$: 1 – приморский комплекс; 2 – самаргинский комплекс; 3 – богопольский комплекс; 4 – кизинский комплекс; 5 – контур распространения пород богопольского комплекса в Таухинском террейне по А. В. Гребенникову [1]

В первой (нижней) пачке преобладают грубообломочные игнимбриты риолитов с обилием уплощённых обломков аргиллизированного вулканического стекла и вмещающих пород. В её верхних частях развиты псефитовые и псефитопсаммитовые туфы риолитов кристаллокластической и литокристаллокластической структуры. Пачка расположена вдоль границы упомянутых кальдер. Мощность пачки – 225–250 м.

Во второй (средней) пачке доминируют игнимбриты и в различной степени спёкшиеся и сваренные игнимбритовидные туфы псаммитовой и псефитовой структуры, связанные постепенными переходами. В низах пачки наблюдаются агломератовые туфы риолитов. Мощность пачки колеблется от 250 до 650 м. Породы пачки изменены сравнительно слабо. Наиболее заметные метасоматические преобразования (кварц-серицитовое замещение, редко – карбонатизация, цеолитизация) проявлены в ореолах экструзий и некков дацитового и андезитового состава. Околотрещинные изменения выражаются в окварцевании, гидрослюдизации и сульфидизации пород.

Третья пачка, завершающая разрез, распространена в центральной части Шандуйской кальдеры. Имеет с нижележащими образованиями преимущественно тектонические контакты и, по-видимому, слагает внутреннюю (привершинную) часть кальдеры. Характеризуется наличием типичных туфогенно-осадочных пород с преобладанием слоистых туфов с пепловой связующей массой. В низах пачки отмечаются прослойки туфов риолитов псаммитовой и псефопсаммитовой структуры, в том числе пепловых, а также игнимбритов и игнимбритовидных туфов риолитов. В средней её части значительную роль играют пелитовые массивные и слоистые опаловидные туффиты, пепло-кремнистые породы, иногда отмечаются линзы и прослойки опалитов, содержащих обломки стволов деревьев. В общем плане вверх по разрезу пачки отчётливо наблюдается постепенный переход от крупнообломочных пород к тонкообломочным и далее – к туфогенно-осадочным. Мощность пачки превышает 500 м.

Экструзивные образования богопольского комплекса широко распространены по всей НТП. Они зафиксированы в Шандуйской и Носыревской кальдерах. Экструзивы сложены дацитами, трахидацитами и андезито-дацитами. Иногда отмечаются брекчиевые лавы, агломератовые и псефитовые туфы [5]. Простираение даек и линейных субинтрузий, в основном, северо-западное, реже – северо-восточное и субширотное, протяжённость – до 2 км. Сложены они в основном массивными (иногда слабо флюидалными) и крупнопорфировыми риолитами, реже – гранит-порфирами и субщелочными пегматоидными гранитами.

Тела среднего состава представлены небольшими по мощности дайками андезитов. Отмечаются плагиоклаз-роговообманковые и пироксеновые их разновидности.

Магматические образования, отнесённые к миоценовым [3], распространены в восточной части НТП. Они причислены к кизинскому вулканическому комплексу и представлены крупными телами дацитов и секущими дайками андезитов, образующих хорошо выраженные в рельефе купола. Пространство между куполами заполнено эксплозивными брекчиями, состоящими из глыб андезитов, риолитов, гранитов, диоритов, сцементированных лавами дацитов либо тонкозернистым пепловидным материалом.

Геологические исследования комплексов Нижне-Таёжного площади существенно дополняют литолого-петрографическое изучение вулканитов [3]. В пределах площади распространены разновозрастные магматические образования, причисляемые к приморскому (турон-сенон), самаргинскому (маастрихт), богопольскому (палеоцен) и кизинскому (миоцен) вулканическим комплексам.

Список литературы

1. Гребенников, А. В. Опыт петрохимической типизации кислых вулканических пород различных геодинамических обстановок / А. В. Гребенников, В. К. Попов, А. И. Ханчук // Тихоокеанская геология. – 2013. – Т. 32, № 3. – С. 68–73.
2. Ивин, В. В. Геологическое строение и типы эндогенной минерализации Нижне-Таёжного рудного узла (Приморье) / В. В. Ивин, А. Н. Родионов, В. Г. Хомич, Л. Ф. Симаненко, Н. Г. Борискина // Тихоокеанская геология. – 2006. – Т. 25, № 3. – С. 81–87.
3. Королев, В. Н. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейна среднего течения р. Белембе и руч. Березового / В. Н. Королев, В. Л. Мудров. – Владивосток : Приморский территориальный фонд геологической информации, 1973. – 201 с.

4. Михайлов, В. А. Магматизм вулcano-тектонических структур южной части Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса / В. А. Михайлов. – Владивосток : Дальневосточное отд-е РАН СССР, 1989. – 172 с.

5. Родинов А. Н. Результаты поисково-картировочных работ на серебро на участке Белембе (Отчет Приморской партии за 1989–93 гг.) / А. Н. Родинов и др. – Владивосток : Приморский территориальный фонд геологической информации, 1993. – 255 с.

6. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России : в 2 кн. / под ред. А. И. Ханчука. – Владивосток : Дальнаука, 2006.

7. Уткин, В. П. Горст-аккреционные системы, рифто-грабены и вулcano-плутонические пояса юга Дальнего Востока России. Ст. 3. Геодинамические модели синхронного формирования горст-аккреционных систем и рифто-грабенов / В. П. Уткин // Тихоокеанская геология. – 1999. – Т. 18, № 6. – С. 35–58.

8. Ханчук, А. И. Тектоника и магматизм палеотрансформных континентальных окраин калифорнийского типа на Востоке России / А. И. Ханчук // Общие вопросы тектоники. Тектоника России. – Москва : ГЕОС, 2000. – С. 544–547.

9. Ханчук, А. И. Магматизм зон скольжения литосферных плит: новые данные и перспективы / А. И. Ханчук, Ю. А. Мартынов, А. Б. Перепелов, Н. Н. Крук // Материалы IV симпозиума по вулканологии и палеовулканологии. – Петропавловск-Камчатский, 2009. – Т. 1. – С. 32–37.

References

1. Grebennikov A. V., Popov V. K., Khanchuk A. I. Opyt petrokhimicheskoy tipizatsii kislykh vulkanicheskikh porod razlichnykh geodinamicheskikh obstanovok [Experience of petrochemical typification of acid volcanic rocks of various geodynamic conditions]. *Tikhookeanskaya geologiya* [Russian Journal of Pacific Geology], 2013, vol. 32, no. 3, pp. 68–73.

2. Ivin V. V., Rodionov A. N., Khomich V. G., Simanenko L. F., Boriskina N. G. Geologicheskoe stroenie i tipy endogennoy mineralizatsii Nizhne-Taezhnogo rudnogo uzla (Primore) [Geological structure and endogenous mineralization types of the Nizhne-Taezhny ore cluster (Primorye)]. *Tikhookeanskaya geologiya* [Russian Journal of Pacific Geology], 2006, vol. 25, no. 3, pp. 81–87.

3. Korolev V. N. *Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye basseyna srednego techeniya r. Belembe i ruch. Berezovogo* [Geological structure and minerals of the middle basin of the river Belembe and creek Birch]. Vladivostok, Primorsky Territorial Fund of Geological Information, 1973, 201 p.

4. Mikhaylov V. A. *Magmatizm vulkano-tektonicheskikh struktur yuzhnoy chasti Vostochno-Sihotek-Alinskogo vulkanicheskogo poyasa* [Magmatism of volcanic-tectonic structures of the southern part of the East-Sikhote-Alin volcanic belt]. Vladivostok, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 1989, 172 p.

5. Rodinov A. N. et al. *Rezultaty poiskovo-kartirovochnykh rabot na srebro na uchastke Belembe (Otchet Primorskoj partii za 1989–93 gg.)* [Results of prospecting and mapping for silver in the Belembe area (Report of the Primorskaya Party for 1989–93)]. Vladivostok, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 1993, 255 p.

6. *Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Vostoka Rossii: v 2 knigakh* [Geodynamics, magmatism and metallogeny of the East of Russia: in 2 books]. Ed. by A. I. Khanchuk. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2006.

7. Utkin V. P. Gorst-akkretsionnye sistemy, rifto-grabeny i vulkano-plitonicheskie poyasa yuga Dalnego Vostoka Rossii. St. 3. Geodinamicheskie modeli sinkhronnogo formirovaniya gorst-akkretsionnykh sistem i rifto-grabenov [Horst accretion systems, rift-grabens and volcano-plutonic belts in the south of the Russian Far East. Art. 3. Geodynamic models of synchronous formation of horst-accretion systems and rift-grabens]. *Tikhookeanskaya geologiya* [Russian Journal of Pacific Geology], 1999, vol. 18, no. 6, pp. 35–58.

8. Khanchuk A. I. Tektonika i magmatizm paleotransformnykh kontinentalnykh okrain kaliforniyskogo tipa na Vostoke Rossii [Tectonics and magmatism of paleotransformal continental margins of the California type in the East of Russia]. *Obshchie voprosy tektoniki. Tektonika Rossii* [General issues of tectonics. Tectonics of Russia]. Moscow, GEOS Publ., 2000, pp. 544–547.

9. Khanchuk A. I., Martynov Yu. A., Perepelov A. B., Kruk N. N. Magmatizm zon skolzheniya litosfernykh plit: novye dannye i perspektivy [Magmatism of slip zones of lithospheric plates: new data and prospects]. *Materialy IV simpoziuma po vulkanologii I paleovulkanologii* [Materials of the IV symposium on volcanology and paleovolcanology]. Petropavlovsk-Kamchatskiy, 2009, vol. 1, pp. 32–37.

ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ НЕАНТИКЛИНАЛЬНЫХ СТРУКТУР ВОСТОЧНО-БАЙДАЛИНСКОЙ АСТРОБЛЕМЫ (УДМУРТСКАЯ РЕСПУБЛИКА)

Князев Анатолий Леонидович, главный специалист, Ижевский нефтяной научный центр, Российская Федерация, 426057, Ижевск, ул. Свободы, 175, e-mail: ALKnyazev@udmurtneft.ru

Изучается вопрос перспективности неантиклинальных структур астроблем на поиски залежей рудных и нерудных полезных ископаемых. Астроблемой называют метеоритный, импактный кратер, возникший при ударе космического тела о поверхность Земли. Актуальность: выявление погребённых импактных кратеров представляет интерес в связи с возможностью обнаружения в них залежей редкоземельных металлов, импактных алмазов, а также углеводородов в литологически экранированных ловушках, развитых по периферии этих структур. В 1991 г. по результатам работ МОГТ 2D на Ярской площади Удмуртской АССР открыта Восточно-Байдалинская астроблема. Подобный тип структур на территории Удмуртской республики был идентифицирован впервые. По результатам применения методики сейсмостратиграфического анализа выделено несколько структурных сейсмофациальных зон в области собственно кратера и его периферии. Выявлено характерное клиноформное залегание слоёв, создающее дополнительные литологически экранированные ловушки с флюидоупорами. Показана потенциальная перспективность выявленного сейморазведкой МОГТ 2D Восточно-Байдалинского структурного осложнения.

Ключевые слова: неантиклинальные объекты, редкоземельные металлы, импактные алмазы, углеводороды, астроблемы, импактный кратер, сейсмофациальные зоны, структурное осложнение

THE PROSPECT OF NON-ANTICLINAL STRUCTURES IN SEARCH OF OIL DEPOSITS (FOR EXAMPLE, EAST BAYDALINSKAYA IMPACT STRUCTURE OF THE UDMURT REPUBLIC)

Knyazev Anatoly L., Chief Specialist, Izhevsk Oil Research Center, 175 Svobody St., 426057, Izhevsk, Russian Federation, e-mail: ALKnyazev@udmurtneft.ru

The question of the prospects of the non-clinical structures of the East-Robles in the search for oil deposits is studied. Astrobleme called meteor impact crater that occurred during the impact of the cosmic body on the Earth's surface. The detection of buried impact craters is of interest primarily due to the possibility of detecting hydrocarbon deposits in lithologically shielded traps developed along the periphery of these structures. In 1991 according to the results of 2D CMP survey at Yarskaya square Udmurt ASSR open East Baydalinskaya astrobleme. According to the results of seismic stratigraphic analysis,