



НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ГЕОЛОГИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ КУРАТИНСКОГО НАЛОЖЕННОГО ПРОГИБА ЦЕНТРАЛЬНОГО АЛТАЯ

О. М. Попова, В. И. Крупчатников

На базе анализа материалов, полученных при ГДП-200 на листе М-45-VIII, предложено новое расчленение средне-позднедевонских вулканогенных и осадочных образований урскульской серии, распространенных в южной части Куратинского наложенного прогиба Центрального Алтая. Приведены различные точки зрения на состав и возраст свит, объединенных в эту серию. Обосновано изменение возраста, границ и состава свит. На основании новых данных об осадочно-вулканогенном составе свиты (вместо терригенного, зафиксированного в «Стратиграфическом словаре» 1975 г.) в составе урскульской серии выделено новое стратиграфическое подразделение позднедевонского возраста – куладинская свита, которое вводится вместо бичиктубомской свиты. Кроме того, пересмотрены границы подразделения с подстилающей туэктинской и перекрывающей богучинской свитами: они установлены по появлению (нижняя) и по исчезновению (верхняя) эффузивных образований в разрезе. Даны литолого-фациальная и палеонтологическая характеристики свиты, область ее распространения. Рассмотрен опорный разрез куладинской свиты в бассейне р. Каракол. Приведены петрохимические и геохимические характеристики вулканогенных образований куладинской свиты, сравнительный анализ со среднедевонскими кислыми эффузивами куратинской свиты и одновозрастными долеритами урскульского комплекса. По геохимическим параметрам магматические производные куладинской свиты сопоставлены с внутриплитными образованиями и имеют редкоземельно-редкометалльную минерогеническую специализацию.

Ключевые слова: урскульская серия, куладинская свита, осадочно-вулканогенные образования, эффузивные породы, Куратинский прогиб, Центральный Алтай.

NEW MATERIALS ON GEOLOGY OF SOUTHERN PART OF KURATINSKY TROUGH OF THE CENTRAL ALTAI

O. M. Popova, V. I. Krupchatnikov

On base of the new material analysis, got at GDP-200 on map M-45-VIII sheet, is offered new dismemberment Middle-Late Devonian volcanogenic and sedimentary formations of Ursul series (Group), widespread in southern part of Kuratinsky trough of the Central Altai. The different standpoint on composition and age of formations of this series are considered. Change the age, borders and composition of the formations are motivated. On the basis performed studies are permitted new stratigraphic subdivision of Late Devonian age – Kuladin formation. On base of the new data about sedimentary-volcanogenic composition of the formation instead of terrigenous composition, fixed in «Stratigraphic dictionary» (1975), new subdivision is entered instead of earlier selected Bichiktubom formation. Besides, the borders of subdivision with laying under Tuekta formation and overlaying Boguchin formation are revised, they are fixed on appearance (lower) and on disappearance (upper) effusive rocks in the geological section. Litological, facies and paleontological data of the formation is given, it is shown the area of the spreading. Supporting point geological section of the Kuladin formation in the watershed of the Karakol river is considered. The paper presents petrochemical and geochemical data volcanogenic rocks of Kuladin formation, comparative analysis with Middle Devonian acidic volcanic rocks of Kuratin formation and dolerites of Ursul complex having alike age. On geochemical parameters the magmatic rocks of the Kuladin formation are compared with intraplate magmatic rocks having rare-element and rare-earth element specialization.

Keywords: Ursul series, Kuladin formation, sedimentary-volcanogenic formations, effusive rocks, Kuratinsky trough, Central Altai.

В южной части девонского Куратинского наложенного прогиба (Центральный Алтай) широко развита урскульская серия, которая занимает значительную площадь в бассейне р. Урсул (рис. 1), а также слагает небольшие участки по рр. Сема и Курата. В составе урскульской серии объединены средне-позднедевонские вулканогенные и осадочные отложения туэктинской, бичиктубомской (в соответствии с серийной легендой Горно-Алтайской серии Госгеолкарты-200, 1999 г.) и богучинской свит. Впервые эти свиты были выделены А. Н. Кононовым на Госгеолкарте-200 первого поколения листа М-45-VIII [1]. При проведении ГДП-200 листа М-45-VIII среди основных проблем геологического строения Урскульской площади

рассматривались вопросы, связанные с расчленением урскульской серии, в том числе уточнение состава объединенных в эту серию свит.

По А. Н. Кононову, туэктинская свита представляет собой переслаивание черных сланцев с риолитами [2], а по мнению Я. М. Гутака, риолиты принадлежат нижележащей куратинской свите и здесь имеют место тектонические чешуи. По представлениям Ю. А. Туркина, разрез «насыщен» многочисленными дайками и силлами риолитоидов богучинского комплекса, которые прежде принимались за пласты кислых эффузивов [7]. В состав богучинской свиты ранее [2] включались пластовые тела базальтов. В последние годы некоторые геологи предполагают, что за



основные вулканы в составе богучинской свиты ранее принимались мощные дайки и силлы долеритов урскульского комплекса позднего девона. Часть исследователей считают, что было бы логичным упразднить богучинскую свиту, а фрагменты разрезов, содержащие органику верхнего девона, включить в состав бичиктубомской свиты, датируя последнюю в объеме верхнего живета – нижнего франа [7].

В соответствии с легендой Горно-Алтайской серии на листе М-45-VIII выделялись богучинский риолит-андезит-базальтовый (D_{2-3}) и урскульский габбро-долеритовый (D_3) комплексы. При этом было неясно, являются ли урскульские долериты (дайки) и богучинские базиты (вулканы, силлы в урскульской серии) комагматами. Кроме того, необходимо было определить петрогеохимические критерии различия кислых субвулканических образований куратинского (D_2) и богучинского (D_{2-3}) комплексов, развитых в одних и тех же структурах.

Согласно стратиграфическому словарю СССР [5], свиты, включенные в урскульскую серию, имеют следующий состав.

Название «туэктинская свита» (D_2tk) распространения не получило, в связи с тем что южнее эти же отложения картировались как бельгебашская свита. В состав последней входят конгломераты, пестроцветные песчаники, серые и черные алевролиты, глинистые сланцы и известняки с остатками кораллов, мшанок, брахиопод: *Euryspirifer cheehiel* Kon., *Mediospirifer martianoffi* Stuck., *Mucrospirifer mucronatus* Conr., *Cyrtospirifer* cf. *tenticulum* Vern., *Athyris concentrica* Buch., *Retzia lopatini* Stuck. Мощность 400–1700 м. Относится к самым верхам живетского яруса (зона *Euryspirifer cheehiel* Kon.). Рассматривается возможность выделения горизонта с *Mucrospirifer mucronatus* Conr. верхнедевонского возраста.

Бичиктубомская свита (D_3bt) сложена песчаниками, алевролитами, серыми, темно-серыми глинистыми сланцами, известковистыми алевролитами, редко известняками темно-серыми с *Cyrtospirifer achmet* Nal., *Anathyris phalaena* Phill., прослоями кислых и основных эффузивов и их туфов. Мощность 1000–2500 м. Относится к нижнефранскому подъярсу. Залегают согласно на бельгебашской (туэктинской) свите, согласно перекрывается богучинской.

Богучинская свита ($D_3bč$) представлена черными и темно-серыми песчаниками, часто известковистыми, алевролитами, глинистыми сланцами. Мощность около 400 м. Возраст – условно позднефранский (определен по согласному залеганию выше бичиктубомской свиты).

Бичиктубомская свита (D_3bt) предложена А. Н. Кононовым в 1959 г. в объеме франского яруса со стратотипическим разрезом по левому борту р. Каракол между селами Бичиктубом и Боочи [2]. Богучинскую свиту, относимую им к фа-

менском ярусу, А. Н. Кононов делил на две подсвиты: нижнюю – эффузивную и верхнюю – осадочную [2].

Нижняя подсвита сложена зелено-серыми эффузивами, переслаивающимися с серыми, темно-серыми туфами и туффитами. Характерный разрез подсвиты наблюдается в среднем течении р. Каракол около с. Боочи, где на сланцах бичиктубомской свиты залегают эффузивы (снизу вверх):

1. Туфобрекчии и туфы серые, плотные, со слоями серо-зеленых порфиров и порфиритов с большим количеством порфировых выделений основного плагиоклаза 40 м

2. Переслаивание туффитов с плагиоклазовыми порфиритами и порфирами 1 30 м

3. Порфиры, порфириты зелено-бурые, серые, миндалекаменной текстуры и серо-зеленые туфы 215 м

Мощность отложений подсвиты по разрезу около 400 м.

Верхняя подсвита сложена темно-серыми, почти черными, глинистыми и алевролитоглинистыми сланцами, с тонкими слоями алевролитов и битуминозных глинистых известняков. Мощность подсвиты около с. Боочи более 400 м.

В 1976 г. в бассейне р. Каракол были проведены специальные исследования [4]. На изученном участке осадочная толща сложена темно-серыми и черными глинистыми, алеврито-глинистыми и известково-глинистыми сланцами, глинистыми и известково-глинистыми алевролитами с подчиненными прослоями мелкозернистых полимиктовых песчаников и изредка известняков. В 1976 г. в средней части разреза были собраны брахиоподы, подтверждающие прежние сведения о франском возрасте.

В разрезе туэктинской свиты по р. Кислая (северная часть Куратинского прогиба), изучавшемся еще с 1950 г. А. Б. Гинцингером, в 1979 г. Л. Л. Зейфертом и др., в верхней части установлен вид *Cyrtospirifer* ex gr. *verneulli* Murch., встречающийся только в позднедевонских отложениях.

В соответствии с серийной легендой Горно-Алтайской серии Гостеолкарты-200 (1999) свиты урскульской серии имеют следующий состав. Туэктинская свита (D_2tk) – алевролиты, аргиллиты, песчаники темно-серые и серые, редкие прослои известняков с *Euryspirifer cheehiel* (Kon.), *Spinocyrtia martianovi* (Stuck.), гравелитов, конгломератов; в Урскульском ареале в низах разреза редкие прослои туфов, риолитов, риодацитов. Бичиктубомская свита (D_2bt) – сероцветные алевролиты, песчаники, глинистые сланцы с прослоями туфопесчаников, туфов и лав кислого состава, редко известняки. Богучинская свита ($D_{2-3}bč$) – темно-серые алевролиты, глинистые сланцы, редко известняки; в нижней части андезибазальты, андезиты умереннощелочные, реже риодациты, риолиты, редкие прослои алевроли-

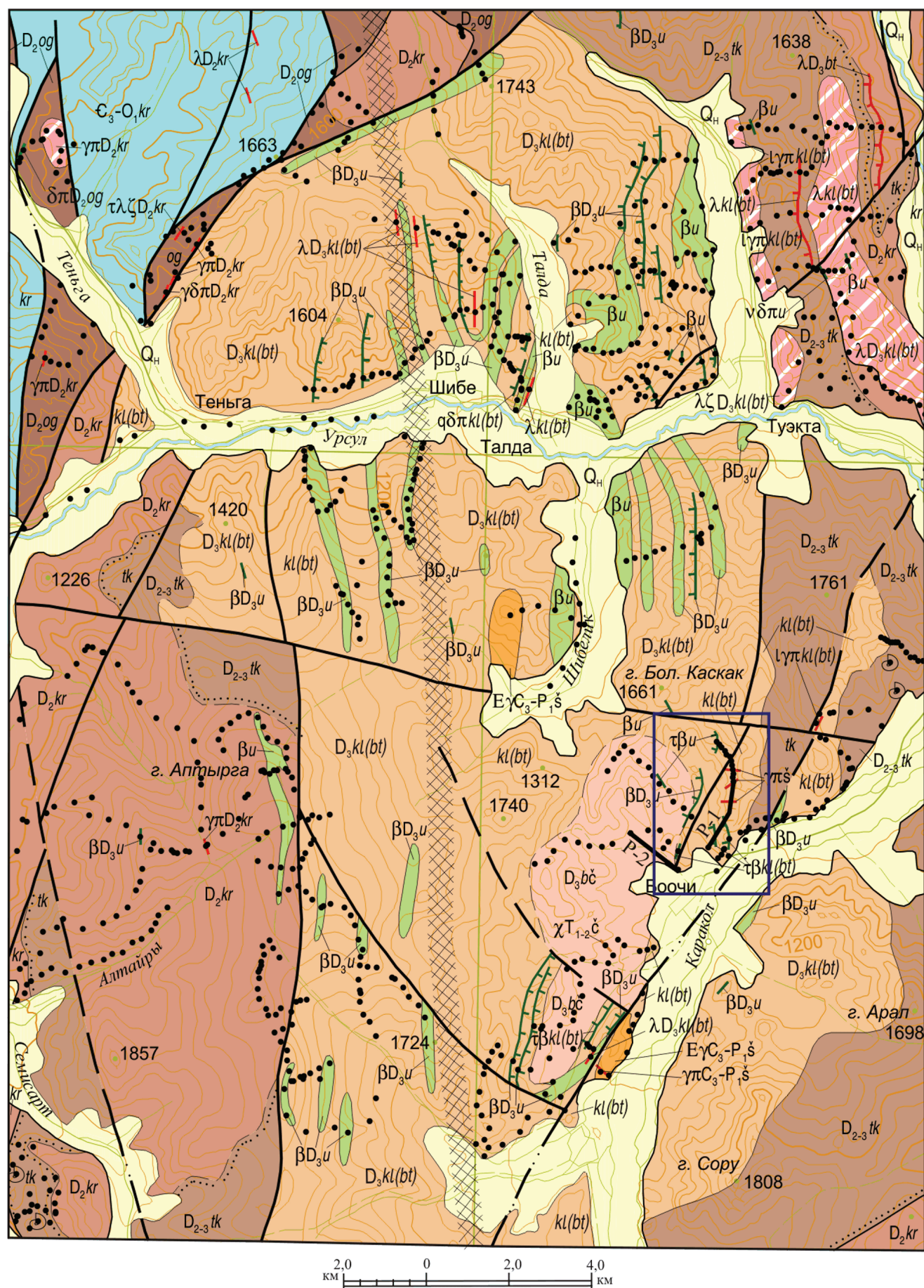
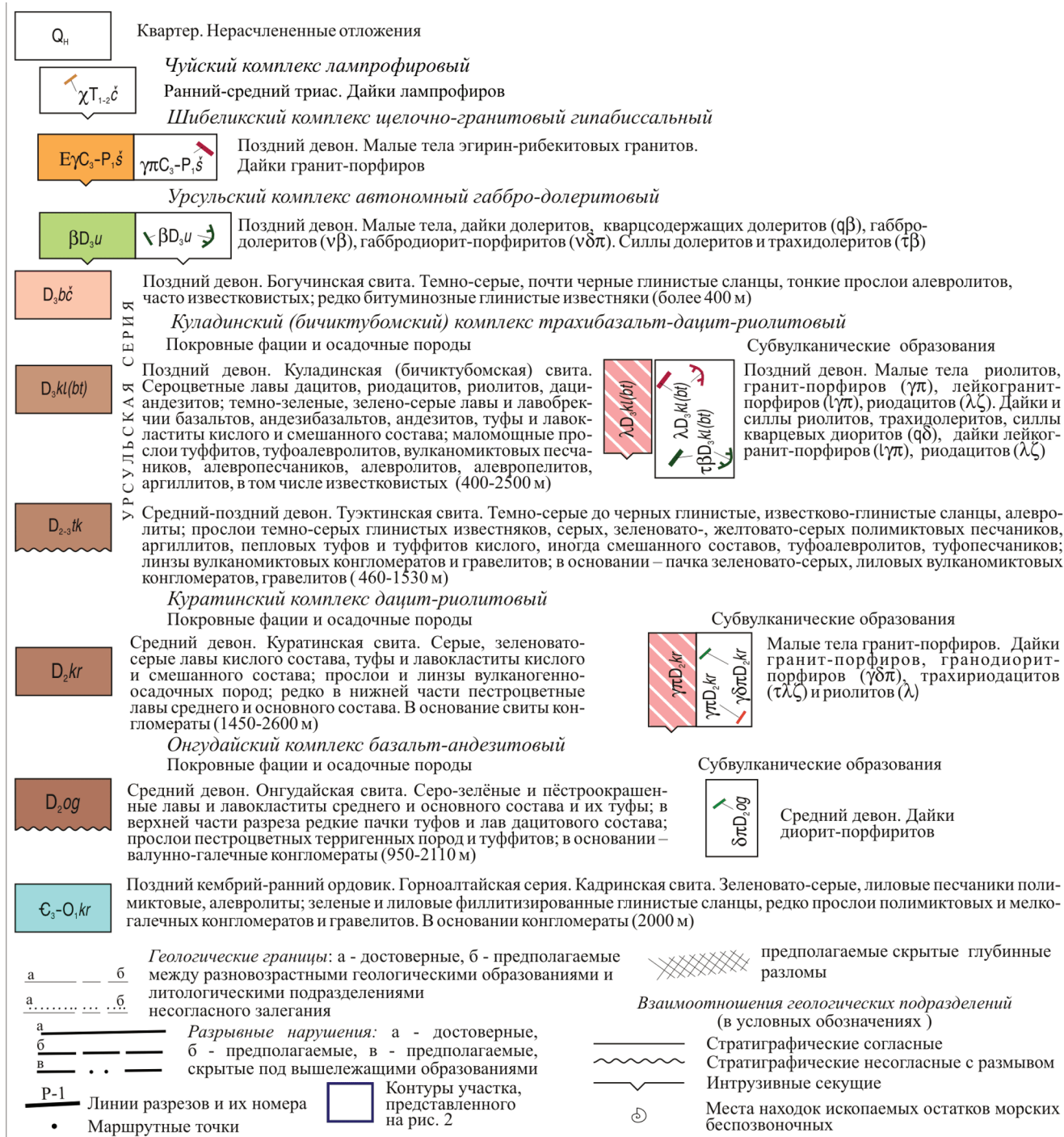


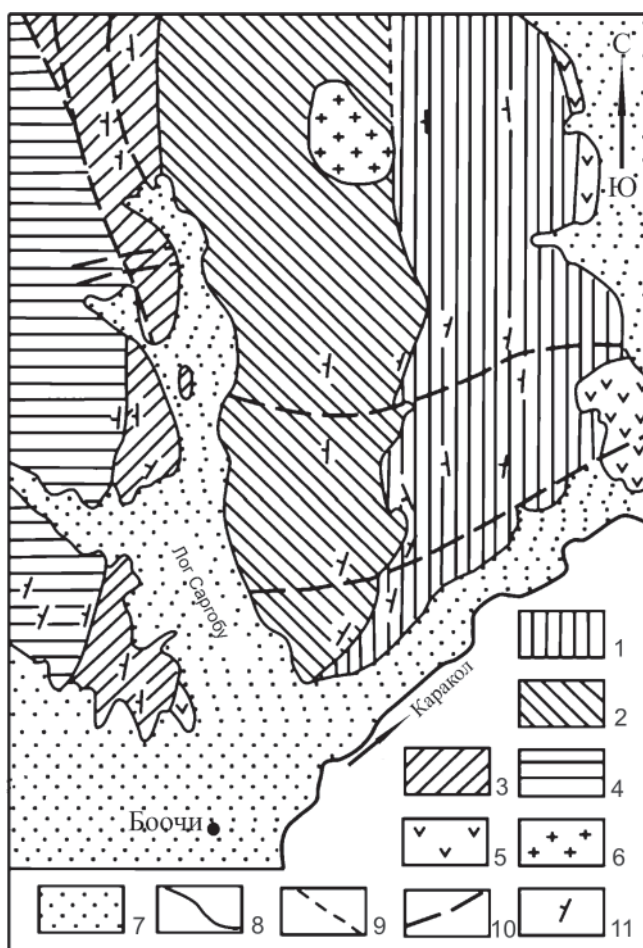
Рис. 1. Геологическое строение южной части Куратинского прогиба (Каракольская синклиналь) по материалам ГСР-200



тов с *Euryspirifer cheehiel* (Kon.), *Spinocyrtia martianovi* (Stuck.); *Archaeopteris* sp.

В 2012 г. опубликована статья Н. Н. Крука и Н. В. Сенникова [3], в которой дано заключение о позднеживетско-франском возрасте бичиктубомской свиты. К сожалению, авторы материала не ознакомились с результатами геологического доизучения площади (ГДП-200), проведенного в 2009–2011 гг., и используют Госгеолкарту-200 первого поколения (рис. 2), существенно отличающуюся от современной, в том числе и границами вышеуказанных свит (см. рис. 1). Поэтому фауна, которая, по мнению авторов [3], характеризует бичиктубомскую свиту, располагается в отложениях тузуктинской свиты в современной интерпретации.

По полученным в результате ГДП-200 данным урскульская серия достаточно уверенно расчленяется на три свиты: нижнюю осадочную (тузуктинская свита), среднюю преимущественно вулканогенную (куладинская) и верхнюю осадочную (богучинская). Тузуктинская свита представляет собой осадочную толщу в отличие от вышележащей куладинской (бывшей бичиктубомской) осадочно-вулканогенной. Граница с куладинской свитой проводится нами условно по появлению в разрезе эффузивных образований. Таким образом, разрез, охарактеризованный палеонтологически, который, по А. Н. Кононову [2] и В. М. Сенникову [3], относится к бичиктубомской свите, по нашему мнению, соответствует верхам тузуктинской свиты. В верх-



ней части разреза урскульской серии в замке Каракольской синклинальной складки отмечаются глубоко терригенные отложения. Разделить вулканогенную толщу на бичиктубомскую свиту и нижнюю подсвиту богучинской свиты по А. Н. Кононову не представляется возможным, так как кислые и основные вулканогенные образования встречаются по всему разрезу этой толщи. Единственным возможным расчленением представляется установление границ между свитами по появлению или исчезновению в разрезе эффузивов.

В соответствии с исследованиями авторов и рекомендациями РЭС (Протокол заседания Западно-Сибирского РЭС № 2 от 14.03.2013) название «бичиктубомская» заменено на «куладинская» в связи с несоответствием терригенного состава бичиктубомской свиты приведенного в стратиграфическом словаре 1975 г., уточненному (существенно вулканогенному) по результатам ГДП-200. Название свиты предложено по п. Кулада на левобережье р. Каракол, где распространены ее отложения.

По результатам ГДП-200 в легенду Горно-Алтайской серии были внесены и утверждены НРС МПР РФ 19.02.2013 следующие изменения и дополнения по расчленению урскульской серии (D_{2-3ur}) и изменению возраста составляющих ее свит.

Туэктинская свита – сероцветная терригенная толща, сложенная преимущественно

Рис. 2. Местоположение района исследований и геологическая схема левобережья р. Каракол в районе с. Боочи (Богучи) (по [4], с уточнениями) [3]

1 – бичиктубомская свита ($D_{2gv_1-gv_2}$): глинистые сланцы, алевролиты, песчаники, известняки; 2, 3 – нижнебогучинская подсвита ($D_{2-3gv_2-fr_1}$): 2 – риолито-дацитовые порфиры, туфы, 3 – чередование глинистых сланцев, алевролитов, риолито-дацитовых порфиритов, диабазовых порфиритов; 4 – верхнебогучинская подсвита (D_{3fr_2}), глинистые сланцы, алевролиты; 5 – позднедевонские (?) диабазы; 6 – позднедевонские (?) микрограниты; 7 – четвертичные отложения; 8 – геологические границы установленные; 9 – геологические границы предполагаемые; 10 – разрывные нарушения; 11 – слоистость (и напластование в эффузивах)

темно-серыми алевролитами, в меньшей степени песчаниками и аргиллитами, с редкими прослоями туфов кислого состава и небольшим количеством карбонатных пород. Охарактеризована *Euryspirifer cheehiel* (Kon.), *Spinocyrtia martianovi* (Stuck.), *Anathyris phalaena* Phill.

Куладинская свита – преимущественно вулканогенная толща, сложенная эффузивами от основного до кислого состава, с повышенным содержанием Zr и РЗЭ, в том числе пирокластическими фациями и кластолавами преимущественно кислого состава; с прослоями песчаников и алевролитов.

Богучинская свита – сероцветная тонкообломочная терригенная толща черносланцевого облика, сложенная исключительно алевролитами и аргиллитами темно-серого до черного цвета.

Позднедевонские субвулканические образования, относимые в серийной легенде 1999 г. к богучинскому комплексу, по результатам полевых наблюдений и интерпретации результатов аналитических исследований (РФА, ИСР) комагматичны эффузивным (лавам, кластолавам) куладинской свиты, поэтому позднедевонские субвулканические образования следует отнести к куладинскому комплексу.

Осадочно-вулканогенные образования куладинской свиты распространены только в южной части Куратинского наложенного прогиба в бассейне р. Каракол, в среднем течении р. Урсул и в бассейне р. Шибелик. Эффузивные трахибазальты закартированы авторами по левобережью р. Каракол в районе с. Боочи. Здесь они прослеживаются по направлению выклинивания на 170 м, вкрест простирания на 30 м и через небольшой задернованный интервал контактируют с алевролитами богучинской свиты. Вулканогенные породы среднего и умереннокислого состава выделены среди покровных фаций куладинской свиты по левобережью р. Урсул (рис. 3), где образуют пачки видимой мощностью 120–250 м и переслаиваются с вулканогенно-обломочными породами различного состава, флюидальными риодацитами и туффито-черносланцевыми отложениями. Единичное тело миндалекаменных андезибазальтов



зафиксировано среди риолитов куратинской свиты по левому борту р. Курата в районе г. Талдинский Белок. В целом с севера на юг наблюдается смена вулканогенных покровных фаций на осадочно-вулканогенные, вплоть до вулканогенно-осадочных и осадочных отложений на территории листа М-45-XIV.

Характерные разрезы наблюдаются в бассейне р. Каракол в районе сел Боочи и Бичиктубом (рис. 6). Верхняя часть разреза свиты, подстилающая отложения богучинской свиты, изучена нами на левобережье р. Каракол севернее с. Боочи. Более половины разреза составляют метасоматически измененные породы, поэтому для характеристики свиты представлен фрагмент разреза, начинающийся от небольшого гипабиссального тела буровато-серых биотит-рибекитовых микрогранитов (250 м), выше которого по разрезу залегают (снизу вверх):

1. Дациандезиты темно-серые, от афировых до густопорфировых (30–40 % вкрапленников), калишпатизированные, серицитизированные 75 м
2. Алевролиты темно-серые до черных, плитчатые 35 м
3. Метасоматиты серицит-хлорит-калишпатового состава с альбитом и кальцитом, серого цвета, с реликтами псаммитовых литокристаллокластических кислых туфов 9 м
4. Дациандезиты темно-серые афировые, афанитовые 21 м
5. Кластолавы дациандезитов темно-серые, мелко- и среднеобломочные (5 м). Дациандезиты серые, редкопорфировые (5–15 %), мелкопорфировые (1–3 мм), во вкрапленниках темно-серый кварц, основная масса фельзитовая, слабо калишпатизированные 60 м
6. Андезиты серые до темно-серых, мелкопорфировые (0,5–1 мм) с вкрапленниками полевого шпата. Порода биотитизированная, калишпатизированная, карбонатизированная. Кластолавы андезитов зеленовато-серые с литокластами темно-серых и светлых эффузивов (риолитов, дацитов, андезитов), биотитизированные, калишпатизированные (20 м) 70 м
7. Дациты темно-серые порфировые (вкрапленники полевого шпата размерами 1–5 мм составляют 20 %) биотитизированные 10 м
8. Лавобрекчии андезитов темно-серые 5,5 м
9. Алевролиты темно-серые плитчатые 0,5 м
10. Лавобрекчии андезитов темно-серые 20 м
11. Риолиты серые, афировые, афанитовые, слабо карбонатизированные 20 м
- Микрограниты (субвулканическое тело) буровато-серые, мелкозернистые, биотитизированные, калишпатизированные, карбонатизированные 70 м
12. Риолиты темно-серые с гнездами кальцита 50 м
13. Кластолавы андезитов серые, калишпатизированные, альбитизированные 47 м

14. Сланцы биотит-серицит-хлоритовые темно-серые до черных 3 м
15. Кластолавы андезитов темно-серые со светлыми угловатыми обломками 7 м
16. Лавобрекчии белые, измененные (хлорит-серицит-полевошпатового состава) 20 м
17. Туфы кислые темно-серые измененные (биотит-хлорит-калишпат-альбитового состава) (10 м). Риолиты темно-серые измененные (кварц-биотит-полевошпатового состава) 40 м
18. Сланцы биотит-серицит-хлоритовые с кальцитом, темно-серого до черного цвета (3 м). Метасоматиты серицит-альбит-калишпатового, биотит-хлорит-калишпат-альбитового, хлорит-серицит-калишпат-альбитового, кварц-биотит-полевошпатового состава (по туфам, лавобрекчиям) осветленные зеленовато-серые, светло-серые 60 м
19. Дациандезиты темно-серые среднепорфировые (1–5 мм), вкрапленники (около 20 %) представлены полевым шпатом, кварцем, слабо катаклазированные, биотитизированные, калишпатизированные 10 м
20. Лавобрекчии риолитов темно-серые с обломками порфировых риолитов, полевого шпата, кварца 25 м
21. Андезиты интенсивно альбитизированные, калишпатизированные темно-серые, с реликтовой порфировой структурой 20 м
22. Порода альбитового состава с калиевым полевым шпатом и карбонатом по кислым или средним эффузивам, серого цвета, массивная, афанитовая. Метасоматиты серицит-кварцевые по кислым эффузивам зеленовато-светло-серые, тонкозернистые, лимонитизированные по трещинам 10 м
23. Риолиты белые, с фельзитовой структурой, карбонатизированные, окварцованные 5 м
24. Туфы кислого состава, зеленовато-серого цвета, интенсивно карбонатизированные, окварцованные 10 м
25. Метасоматиты серицит-карбонат-кварцевые по кислым эффузивам, серого цвета, с реликтовой порфировой структурой, вкрапленники розоватого полевого шпата 15 м
26. Дациандезиты серого цвета порфировые, катаклазированные, серицитизированные, калишпатизированные, слабо биотитизированные 25 м
27. Риолиты темно-серые до серых, афировые и редкопорфировые, вкрапленники полевого шпата, реже кварца (10–15 %) 75 м
28. Кластолавы кислого состава, зеленовато-серые, превращенные в породу биотит-альбит-хлоритового состава; обломки светло-серые, почти белые, представлены риолитами, полевыми шпатами размерами 1–10 см; в основной массе – хлорит, полевой шпат, кварц 10 м
- Трахидолериты темно-зеленые массивные, интенсивно зеленокаменно-измененные; варьируют от мезо- до лейкократовых, от средне- до

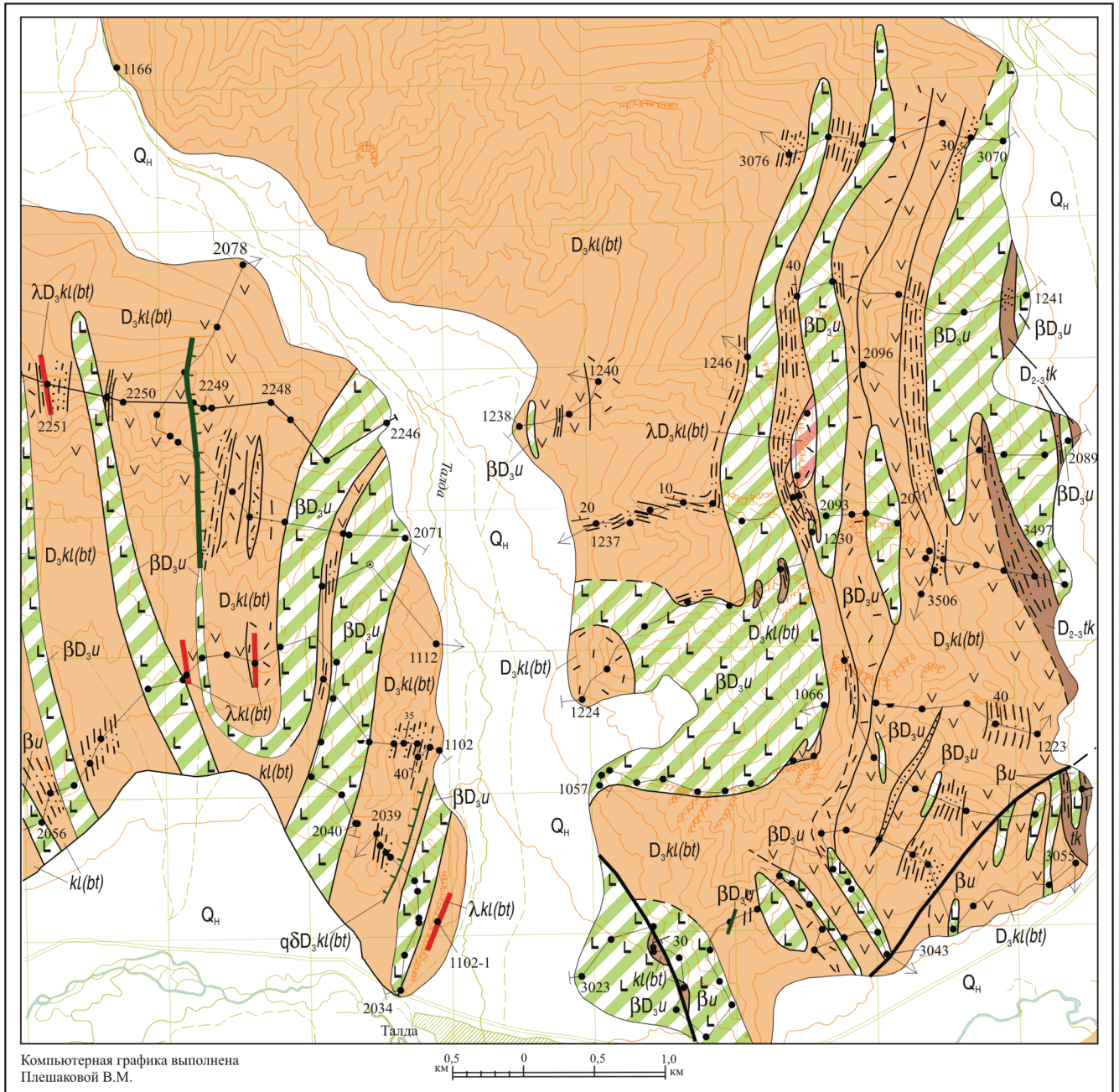


Рис. 3. Геологическое строение Урскульского участка

крупнозернистых (70 м), в лейкодolerитах (10 м) отмечаются прожилки альбитового состава; мелкопорфировые (30 м); биотитизированные, темно-серые, рыжеватые, с мелкими вкрапленниками плагиоклаза (20 м); темно-серые неравномернозернистые с размерами зерен 2–5 мм, иногда с миндалинами кварца размерами 1–2 мм (25 м) 200 м

29. Андезибазальты светло-зеленовато-серые, миндалекаменные, миндалины выполнены кварцем (1–3 мм), порфировые, вкрапленники представлены плагиоклазом, роговой обманкой (2–5 мм) 10 м

Трахидолериты кварцсодержащие катаклазированные, хлоритизированные, биотитизированные (5 м); хлоритизированные темно-зелено-серые, слабо зеленокаменно-измененные (10 м); серо-зеленые хлоритизированные 55 м

30. Породы альбит-биотит-серицитового (5 м); альбит-хлорит-биотитового и альбит-хлоритового составов по туфам 20 м

31. Риодациты, участками лавобрекчии, темно-серые до черных, зеленовато-темно-серые, афировые и порфировые 40 м

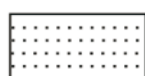
32. Дациты темно-серые, афировые 10 м

33. Туфы кислого состава темно-серые кристаллолитокластические (5 м). Хлорит-кварц-альбитовая порода с биотитом по туфам. Туфы, превращенные в биотит-плагиоклазовую породу темного зеленовато-серого цвета, пятнистые, реже полосчатые 30 м

34. Андезиты темно-серого до серого цвета, миндалекаменные (миндалины выполнены кварцем, карбонатом), порфировые, вкрапленники представлены плагиоклазом 0,5–1 мм 10 м



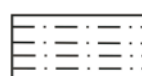
Q_H	Квартер. Нерасчлененные отложения
<i>Урскульский комплекс автономный габбро-долеритовый</i>	
$\beta D_3 u$	Поздний девон. Малые тела, силлы и дайки долеритов и габбро-долеритов, дайки габбродиорит-порфиринов ($v\delta\pi D_3 u$)
<i>Куладинский (бичиктубомский) комплекс трахибазальт-дацит-риолитовый</i>	
$D_3 kl(bt)$	Поздний девон. Куладинская (бичиктубомская) свита: эффузивы кислого, среднего и основного состава, серые до черных песчаники, алевролиты, глинистые сланцы, редко известняки; туфы и туфогенно-осадочные породы
$\lambda D_3 kl(bt)$ / $\lambda D_3 kl(bt)$ $q\delta D_3 kl(bt)$	Поздний девон. Субвулканические тела риолитов и риодацитов, лейкогранит-порфиров ($\gamma\pi D_3 bt$). Дайки риолитов, силлы кварцевых диоритов
$D_{2-3} tk$	Средний-поздний девон. Туэктинская свита: серые до черных, редко лиловые песчаники, алевролиты, глинистые сланцы; прослои гравелитов и конгломератов, редко известняки

Осадочные породы:

песчаники



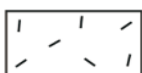
глинистые сланцы



алевролиты



известняки

Магматические породы:

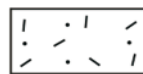
риолиты, риодациты, дациты



андезиты, андезибазальты, базальты



долериты

Пирокластические породы:

туфы кислого состава

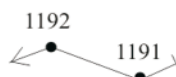


Геологические границы: а - достоверные; б - предполагаемые; в - несогласного залегания статиграфических



Разрывные нарушения: а - достоверные; б - скрытые под четвертичными отложениями

30 / Элементы залегания слоистости



Линия геологического маршрута, точки наблюдений и их номера

35. Кластолавы дацитов светло-серые редко-порфировые 15 м
Трахидолериты серо-зеленые, хлоритизированные, миндалекаменные, миндалины выполнены кварцем 25 м
36. Дациандезиты светло-серые, афировые, афанитовые, калишпатизированные, окварцованные . 10 м
Трахидолериты темно-зелено-серые массивные 15 м
37. Дациандезиты светло-серые калишпатизированные, окварцованные 1 м
Трахидолериты серо-зеленые, хлоритизированные, слабо калишпатизированные, порфировидные 10 м
38. Дациты серые до темно-серых, с редкими вкрапленниками 0,5–1 мм полевого шпата, замещающего карбонатом, калишпатизированные 25 м
39. Трахидациты светло-серые и буроватые .. 10 м
40. Дациандезиты кремово-серые, серые, калишпатизированные 9 м

41. Риодациты зеленовато-темно-серые порфировые 5 м
42. Кластолавы кислого состава светло-серые, зеленовато-серые, в обломках мелкопорфировые эффузивы, участками породы катаклазированные ... 15 м
43. Дациандезиты темно-серые порфировые, вкрапленники полевого шпата (около 30 %), с ксенолитами андезита, калишпатизированные, биотитизированные 7 м
44. Кластолавы дацитов серые, обломки с различными вариациями структур от афировой до густопорфировой (около 40 %) с порфировыми вкрапленниками полевого шпата..... 5 м
45. Андезиты калишпатизированные, слабо катаклазированные, окварцованные (гнезда и прожилки молочно-белого кварца) 10 м
46. Риолиты пятнистые светло-серые 10 м
47. Риодациты серые порфировые 10 м
48. Дациандезиты (кварц-полевошпатовые метасоматиты) почти белые, с ксенолитами анде-

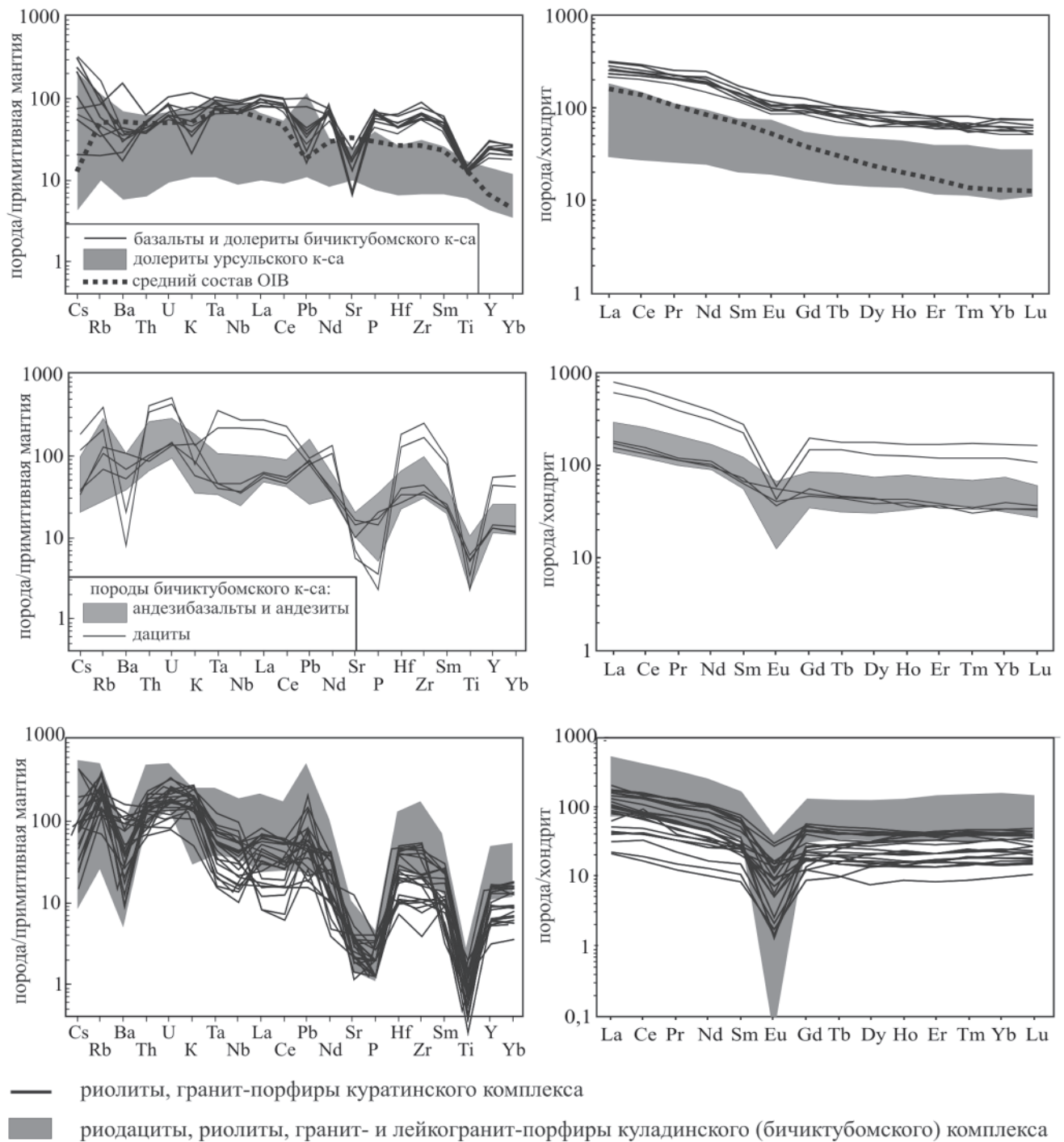


Рис. 4. Распределение редких и редкоземельных элементов в породах куладинского, урскульского и куратинского комплексов (содержания элементов нормированы по составам примитивной мантии и хондрита по [8])

зита, интенсивно калишпатизированные, окварцованные, биотитизированные 15 м

49. Даци́ты серые, с вкрапленниками полевого шпата (1–3 мм), с ксенолитами, калишпатизированные, биотитизированные 5 м

50. Туфы кислого состава серые, массивные, кристалло- и литокристаллокластические, мелко-обломочные, с обломками полевых шпатов, реже риолитов, дацитов. Катаклазированные, окварцованные, серицитизированные кислые эффузивы (10 м) 20 м

51. Кластолавы дацитов серые, биотитизированные, окварцованные 10 м

52. Туфы риолитовые темно-серые, литокристаллокластические, обломки полевого шпата, реже кварца, риолитов 8 м

53. Катаклазированные олигофи́ровые риодациты темно-серые, в верхней части пачки флюидальные 10 м

54. Породы биотит-хлорит-альбитового состава, темно-серые до черных 5 м

55. Калиевые риодациты олигофи́ровые темно-серые с вкрапленниками полевого шпата (0,5–2 мм) 5 м

56. Кластолавы кислого состава темно-серые, слабо окварцованные и карбонатизирован-



ные (5 м). Флюидальные олигофиновые риолиты темно-серые, с вкрапленниками кварца, полевого шпата (5 м). Флюидальные кластолавы риодацитов темно-серые (5 м). Дацииты темно-серые редко-порфировые, милонитизированные 25 м

Суммарная мощность отложений по разрезу 1113 м.

Мощность отложений куладинской свиты в районе по фрагментарным разрезам составляет 400–1113 м при общей мощности нижнефранских осадочно-вулканогенных образований 2500 м [1]. Взаимоотношения с нижележащей туэктинской и вышележащей богучинской свитами предположительно согласные. Полные представительные разрезы куладинской свиты на площади не установлены.

Позднедевонский (средне-верхнефранский подъярусы) возраст куладинской свиты определяется по стратиграфическому положению: ее отложения расположены на фаунистически охарактеризованных породах средне-позднедевонской (верхнеживетский – нижнефранский подъярусы) туэктинской свиты (*Euryspirifer cheehiel* (Kon.), *Spinocyrtia martianovi* (Stuck.), *Anathyris phalaena* Phill., *Cyrtospirifer ex gr. verneuili* Murch.).

Вместе с тем существует мнение Н. Н. Крука и Н. В. Сенникова о позднеживетско-франском возрасте бичиктубомской (куладинской) свиты, основанное на обнаруженных в отложениях свиты остатках эмско-нижнефранских криноидей и живетских брахиопод [3]. В то же время, по сведениям этих исследователей, в вышележащей богучинской свите найдены мшанки, пеллециподы и хитинозои, характерные для конца среднего – начала позднего девона. Следует отметить, что местоположение пунктов отбора фауны в бичиктубомской свите на Госгеолкарте-200 первого поколения, которая использовалась авторами [3] (см. рис. 2), соответствует области распространения отложений туэктинской свиты на современной Госгеолкарте-200, а местоположения пунктов отбора фауны в богучинской свите Н. Н. Крук и Н. В. Сенников в статье не приводят.

Куладинская свита представляет собой осадочно-вулканогенную, фациально изменчивую толщу, сложенную эффузивами от основного до кислого состава и пирокластическими фациями преимущественно кислого состава. В меньшей степени представлены осадочные и вулканогенно-осадочные отложения, которые распространены в южной части области ее распространения (лист М-45-XIV).

В целом в свите доминируют эффузивные образования. Коэффициент эксплозивности (около 25 %), оцененный по типичному разрезу, не отражает распространенности пирокластических образований куладинской свиты на площади. В незначительном количестве присутствуют оса-

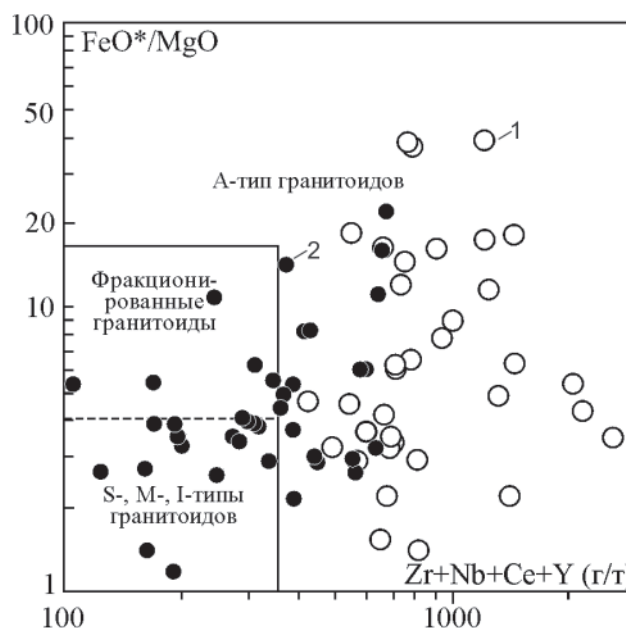


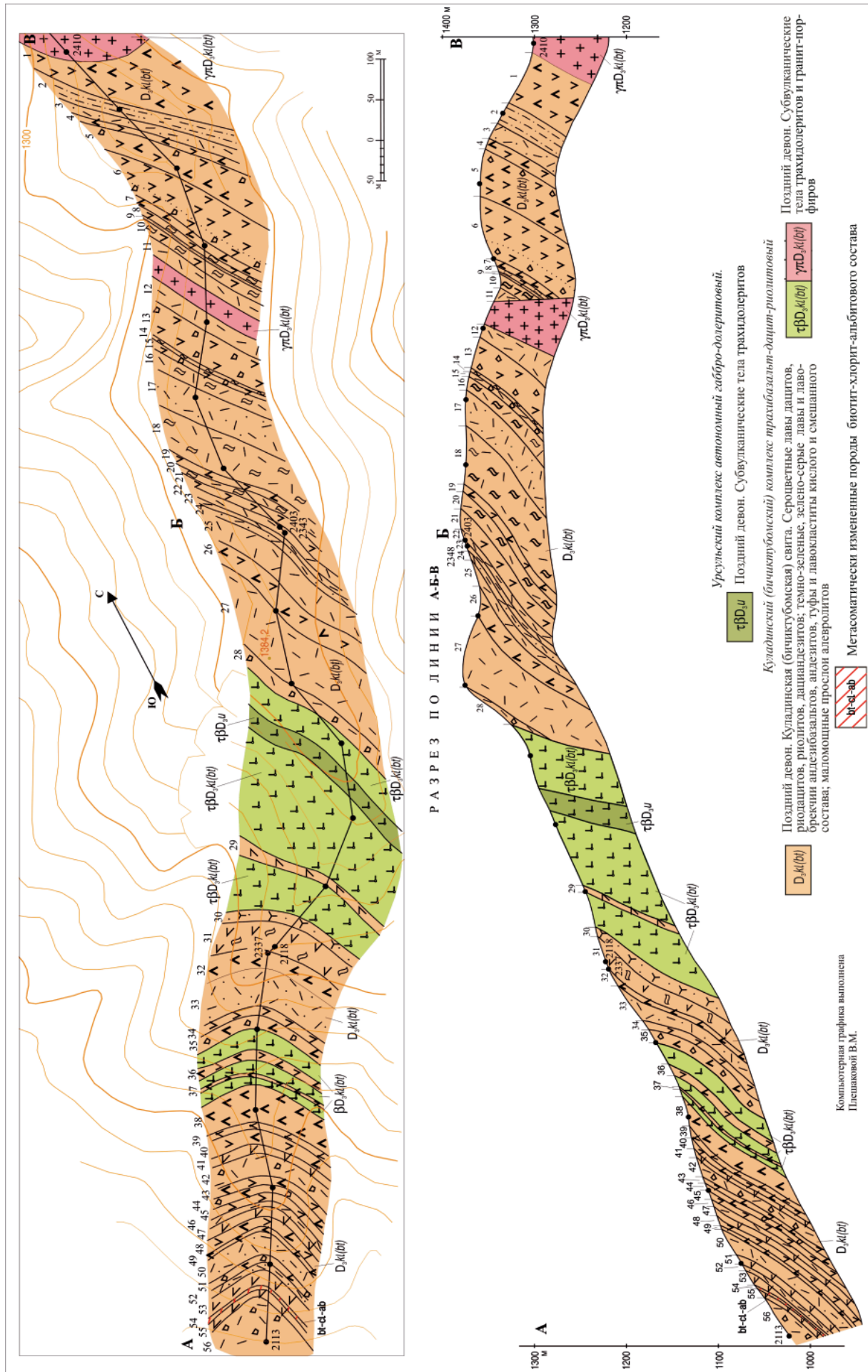
Рис. 5. Положение составов кремнекислых пород куладинского (1) и куратинского (2) комплексов на дискриминационной диаграмме FeO^*/MgO – $(\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ce}+\text{Y})$ по [9]

дочные отложения, в том числе туфогенные. Взаимоотношения осадочных и вулканогенных образований часто имеют вид местного несогласия в связи с различной компетентностью пород, маскируются интенсивной трещиноватостью в зоне контакта. Из вулканогенных пород в наблюдаемых разрезах свиты преобладают кластолавы и лавобрекчии кислого состава.

Породы кислого состава представлены в виде как субвулканических тел и даек, так и лавокластитов и туфов, переслаивающихся с черносланцевыми отложениями. Потоки или покровы отмечаются значительно реже, представлены флюидальными лавами риодацитов, иногда содержащими бесформенные включения черных терригенных пород размером до 2 м. Мощность лавовых пачек не превышает 100 м.

Вулканогенные образования свиты нормальной и умеренной щелочности. Основные и средние породы от бурозеленых до зелено-серых цветов, такситовой, миндалекаменной текстуры, афировой, гиалопилитовой, интерсертальной, пилотакситовой структуры. Кислые породы от светло- до темно-серой, розово-серой окраски, массивной, такситовой, флюидальной текстуры, псевдоперлитовой, афировой, фельзитовой, сферолитовой, микропойкилитовой, микрогранофировой структуры. Породы характеризуются своеобразным комплексом акцессорных минералов (рибекит, эгирин, циркон, ортит, ксенотим, монацит, синхизит, бастнезит, паризит).

Туфы андезитов темно-, зелено-серые, полосчатые, кристаллолитокластической структуры; литокласты – андезиты; кристаллокласты – плагиоклаз, кварц; матрикс – лепидогранобластовый агрегат из хлорита, плагиоклаза,





лейкоксена. *Туфы кислого состава* серые, полосчатые, литокристаллокластической, от алевритовой до псефито-псаммитовой структуры; литокласты – девитрифицированное стекло; кристаллокласты – плагиоклаз, кварц; матрикс – кварц-полевошпатовый. *Туфы смешанного состава* буровато- и вишнево-серые, полосчатые; кристаллолитокластической, от псефитовой до алевритовой; литокласты – базальты, риолиты; кристаллокласты – плагиоклаз, кварц; матрикс – микролепидогранобластовый агрегат из кварца, полевого шпата, серицита.

Туффиты характеризуются микрозернистым, существенно кварцевым цементом, с примесью хлорита, землистого эпидота и тонкораспыленного лейкоксена. Примерно 10 % составляют обломки алевритовой и псаммитовой размерности. Цемент *туфоалевролитов* состоит из микрозернистого кварца и бледно-зеленого хлорита. Обломки представлены плагиоклазом и кварцем псаммитовой и алевритовой размерности.

Песчаники, в том числе известковистые, массивные и сланцеватые, мелкозернистые с базальным и поровым цементом. Обломки представлены кварцем, полевыми шпатами, реже терригенными породами, эффузивами кислого и среднего состава. Породы часто ороговикованы и карбонатизированы. *Алевролиты* и *алевропелиты* в разной степени карбонатизированные, цоизитизированные, ороговикованные; часто тонкослоистостые. Доля обломков алевритовой размерности около 20–30 %. В пелите доля карбоната 10 %, в алевролите 30 %. *Аргиллиты* алевритистые, однородные, часто известковистые, преимущественно хлорит-серицит-кварцевого состава.

По содержанию кремнезема комплекс характеризуется бимодальностью: развиты преимущественно базиты ($\text{SiO}_2 < 50$ мас. %) и кремнекислые производные ($\text{SiO}_2 > 60$ мас. %). *Базиты* относятся к сильно дифференцированным ($\text{MgO} = 2,0\text{--}5,2$ мас. %, $\text{mg}' = 21\text{--}36$) высокотитанистым ($\text{TiO}_2 = 2,6\text{--}3,2$ мас. %) базальтам умереннощелочной серии и характеризуются K-Na, реже Na типом щелочности, варьирующей глиноземистостью ($\text{al}' = 0,69\text{--}1,28$), умеренной агпаитностью ($\text{Ka} = 0,43\text{--}0,58$), обогащенностью фосфором (P_2O_5 до 1,4 мас. %) и HFS-элементами (максимальные концентрации (г/т): Zr 991, Nb 65,3, La 74,5, Y 137, Yb 12,8). Графики распределения (рис. 4) характеризуются обогащением высоkozарядными элементами относительно крупноионных, наличием отрицательных аномалий Pb, Sr, Ti, отсутствием аномалии Eu. Характерно, что уровень накопления Zr, Hf и REE превышает таковой в типичных внутриплитных базальтах OIB-типа.

Средние породы также характеризуются K-Na типом щелочности, повышенной агпаитностью (0,5–0,8), высокой глиноземистостью ($\text{al}' = 0,88\text{--}2,56$). Высокотитанистые трахианде-

зибазальты и андезиты по сравнению с базитами менее дифференцированные и более магниезиальные ($\text{mg}' = 34\text{--}45$), обогащены V, Cr. Для графиков распределения редких элементов характерны глубокие Sr-, P-, Ti-минимумы, отчетливая отрицательная аномалия Eu, высокий уровень накопления HFSE. *Кислые разновидности* от дацитов до риолитов и лейкогранит-порфиров – нормально- и умереннощелочные, в основном с K-Na типом щелочности. По содержанию SiO_2 значительно преобладают лейкократовые разновидности. Породам свойственны низкая и умеренная агпаитность ($\text{Ka} = 0,37\text{--}0,7$), высокие глиноземистость (индекс Шенда 1,1–1,3) и железистость ($\text{FeO}^*/\text{MgO} = 3,4\text{--}17,3$). На спайдерграммах устанавливается сильная деплетированность Ba, Sr, P, Ti и Eu при таком же высоком уровне концентраций HFSE, как и в средних породах (см. рис. 4).

На дискриминационных диаграммах (рис. 5) составы кислых пород комплекса соответствуют гранитоидам А-типа и полностью располагаются в поле внутриплитных гранитов. Средние содержания редких металлов, обуславливающих минерогеническую специализацию комплекса, составляют (г/т): Zr 675, Y 104, Nb 56, сумма РЗЭ – 448. Кислые разновидности по высоким концентрациям редкоземельных и HFS-элементов при дефиците Ba и Sr соответствуют плюмазитовым редкометалльным лейкогранитам [6]. По сумме геохимических показателей куладинский комплекс сопоставим с внутриплитными образованиями. Кластерным анализом определены две геохимические ассоциации, указывающие на минерогеническую специализацию комплекса: (Y-Nb) – [(Nd-La) – (Ce-Zr)] и Th – (U-Ta) – TR.

Геологическая позиция (в пределах наложенного прогиба) и вещественный состав (бимодальная базит-риолитоидная ассоциация) комплекса позволяют относить его к проявлениям трахибазальт-трахириолитовой формации, сформированной в условиях рифтинга в тыловой зоне активной континентальной окраины.

Результаты изучения кислых вулканогенных образований в составе позднедевонской куладинской свиты показали их резкое отличие от кислых образований среднедевонской куратинской свиты (см. рис. 4), также распространенных в Куратинском прогибе. Кроме того, полученные при ГДП-200 данные указывают на присутствие в Каракольской структуре базитов двух позднедевонских магматических комплексов базитового урскульского и базальт-дацит-риолитового куладинского, возможно с одним магматическим источником. Породы куладинского комплекса отличаются аномально высокими (в 2–5 раз выше фона) концентрациями РЗЭ, Zr и Nb независимо от основности состава (см. рис. 4). Урскульские долериты характеризуются кларковыми содержаниями



ями всех элементов-примесей, в том числе и РЗЭ (см. рис. 4).

Таким образом, учитывая имеющиеся верхнеживетско-нижнефранские палеонтологические определения для туэктинской свиты, принят позднедевонский (средне-верхнефранский) возраст куладинской свиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Государственная** геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание первое. Серия Алтайская. Лист М-45-VIII. Объяснительная записка [Текст] / Сост.: А. Н. Кононов, Т. М. Кононова, Л. И. Некрасова, Г. В. Пасечный. – М.: Госгеолтехиздат, 1962. – 91 с.

2. **Кононов, А. Н.** Стратиграфия девонских образований центральной части Ануйско-Чуйского синклиория [Текст] / А. Н. Кононов // Вестн. ЗСГУ и НТГУ. – 1959. – вып. 3. – С. 47.

3. **Крук, Н. Н.** Геологическая позиция, геохимические особенности и геодинамическая обстановка формирования позднеживетско-раннефранских базальтов Центральной части Горного Алтая [Текст] / Н. Н. Крук, Н. В. Сенников // Докл. РАН. – 2012. – Т. 446, № 5. – С. 550–555.

4. **Сенников, В. М.** Позднедевонский вулканизм Горного Алтая [Текст] / Н. В. Сенников // Актуальные вопросы региональной геологии Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1978. – С. 116–123.

5. **Стратиграфический** словарь СССР. Кембрий, ордовик, силур, девон [Текст]. – Л.: Недра, 1975. – 622 с.

6. **Таусон, Л. В.** Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов [Текст] / Л. В. Таусон. – М.: Наука, 1977. – 278 с.

7. **Туркин, Ю. А.** Геология и структурно-вещественные комплексы Горного Алтая [Текст] / Ю. А. Туркин, С. И. Федак; науч. ред. В. М. Исаков. – Томск: STT, 2008. – 460 с.

8. **Sun, S.** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes [Text] / S. Sun, W. F. McDonough // *Magmatism in the ocean basins*. – Geol. Soc. Special Publ.: Eds. A. D. Saunders, M. J. Norry, 1989, N 42. – P. 313–345.

9. **Whalen, J. B.** A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis

[Text] / J. B. Whalen, K. L. Currie, B. W. Chappell // *Contributions to Mineralogy and Petrology*. – 1987. – Vol. 95. – P. 407–419.

REFERENCES

1. Kononov A.N., Kononova T.M., Nekrasova L.I., Pasechny G.V. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1:200 000. Izdanie pervoe. Seriya Altayskaya. List M-45-VIII. Ob"yasnitel'naya zapiska* [State geological map of the Russian Federation at a scale of 1:200 000. The 1st edition. The Altai series. Sheet M-45-VIII. Explanatory note]. Moscow, Gosgeoltekhnizdat, 1962. 91 p. (In Russ.).

2. Kononov A.N. [Stratigraphy of Devonian formations of the central Anui-Chuya synclinorium]. *Bulletin of the West-Siberian Geological Survey*, 1959, no. 3, p. 47. (In Russ.).

3. Kruk N.N., Sennikov N.V. [Geological position, geochemistry and geodynamics of formation of the Late Givetian-Early Frasnian basalts of the central Mountain Altai]. *Doklady RAN – Report of RAS*, 2012, vol. 446, no. 5, pp. 550–555. (In Russ.).

4. Sennikov V.M. [Late Devonian volcanism of the Mountain Altai]. *Aktual'nye voprosy regional'noy geologii Sibiri* [Topical issues of regional geology of Siberia]. Novosibirsk, SNIIGGIMS, 1978, pp. 116–123. (In Russ.).

5. *Stratigraficheskiy slovar' SSSR. Kembriy, ordovik, silur, devon* [Stratigraphic dictionary of the USSR. Cambrian, Ordovician, Silurian, Devonian]. Leningrad, Nedra Publ., 1975. 622 p. (In Russ.).

6. Tauson L.V. *Geokhimicheskie tipy i potentsial'naya rudonosnost' granitoidov* [Geochemical types and possible ore potential of granitoids]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 278 p. (In Russ.).

7. Turkin Yu.A., Fedak S.I., Isakov V.M., eds. *Geologiya i strukturno-veshchestvennye komplekсы Gornogo Altaya* [Geology and structural-material complexes of the Mountain Altai]. Tomsk, STT Publ., 2008. 460 p. (In Russ.).

8. Sun S., McDonough W.F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. *Magmatism in the ocean basins. Geol. Soc. Special Publ.*, Eds. A.D. Saunders, M. J. Norry, 1989, no. 42, pp. 313–345.

9. Whalen J.B., Currie K.L., Chappell B.W. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1987, vol. 95, pp. 407–419.

© О. М. Попова, В. И. Крупчатников, 2014

ПОПОВА Ольга Михайловна

ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», Алтайский край, с. Малоенисейское, ведущий геолог Альпийской партии, к. г.-м. н.
E-mail: olga-snige@mail.ru

КРУПЧАТНИКОВ Василий Иванович

ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», Алтайский край, с. Малоенисейское, ведущий геолог Альпийской партии, к. г.-м. н.
E-mail: vikrup@yandex.ru

POPOVA Olga, PhD., Gorno-Altai Expedition, Maloyeniseiskoye village, Biysk District, Altai Region. E-mail: olga-snige@mail.ru

KRUPCHATNIKOV Vasilii, PhD., Gorno-Altai Expedition, Maloyeniseiskoye village, Biysk District, Altai Region. E-mail: vikrup@yandex.ru