

УДК 550.93(470.26)

## СРЕДНЕПРОТЕРОЗОЙСКИЕ ДИОРИТЫ КАЛИНИНГРАДСКОГО СТРУКТУРНОГО БЛОКА И ИХ СВЯЗЬ С ГОТСКИМ ИНТРУЗИВНЫМ КОМПЛЕКСОМ СЕВЕРО-ВОСТОКА ПОЛЬШИ

© 2002 г. А. А. Мещерский, Г. С. Харин, В. К. Чегесов, Е. А. Чернышева

Представлено академиком О.А. Богатиковым 19.12.2001 г.

Поступило 25.12.2001 г.

Докембрийский кристаллический фундамент западной окраины Восточно-Европейской платформы (ВЕП) состоит из ряда блоков, отделенных друг от друга глубинными разломами [1–4]. Состав и возраст пород большинства блоков остаются слабоизученными, так как они погружены на большую глубину и перекрыты фанерозойским осадочным чехлом мощностью до 5 км. И только в тех районах, где проводится нефтепоисковое бурение, удается получить новые данные по этим вопросам. Одним из таких районов является Калининградская область, на территории которой находится одноименный крупный структурный блок фундамента западной окраины ВЕП [1, 4, 5]. Судя по данным геофизики и глубокого бурения, этот блок составляет большую часть фундамента Калининградской области и юго-восточного борта Балтийской синеклизы (рис. 1). Ось последней проходит от г. Гданьска на север вдоль срединной части Балтийского моря. На северо-востоке Калининградский блок граничит через крупный глубинный разлом с Неманским линейным блоком, а на востоке – с Капсукасским кольцевым блоком. Южная и северная границы Калининградского блока точно не определены. На южной и юго-западной окраинах блока в Северо-Восточной Польше геофизическими исследованиями и бурением закартирован пояс интрузивов готского комплекса среднего и верхнего протерозоя [6, 7]. Продолжение этого пояса предполагается на шельфе Балтийского моря [8], а в южной Швеции он может продолжаться как трансскандинавский магматический пояс [9]. Северо-западная часть Калининградского блока, судя по одиночным скважинам нефтепоискового бурения, уходит за пределы экономической зоны

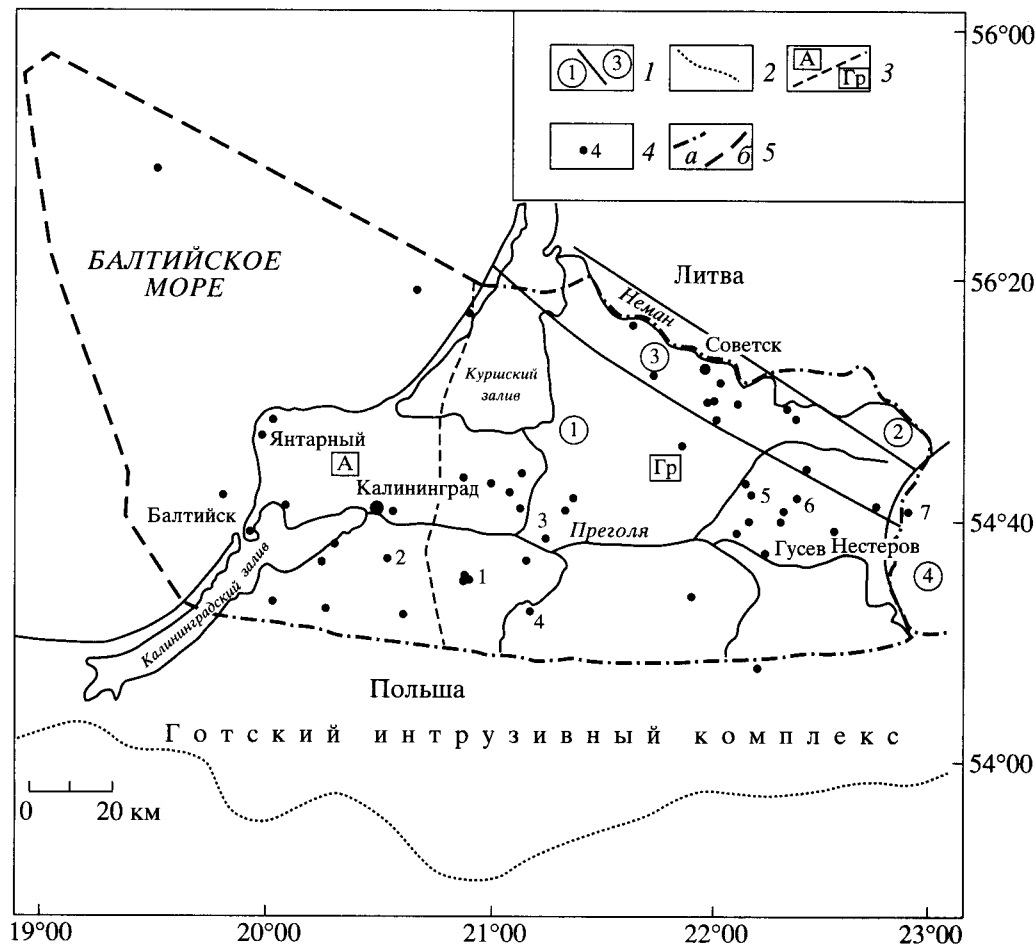
России в Балтийском море. Кровля блока неровная, поверхность его наклонена в сторону осевой зоны Балтийской синеклизы. На востоке, вблизи Капсукасского поднятия она залегает на глубине 1300 м, на западе погружается до 3300 м. Геофизическими методами на поверхности блока выделяются локальные поднятия и горстообразные структуры [10]. Они имеют важное значение при поисках залежей углеводородов, так как в перекрывающих эти структуры фанерозойских отложениях находятся залежи нефти. Осадочный чехол на поверхности Калининградского блока начал формироваться в раннем кембрии. Его современная мощность достигает 3300 м.

Калининградский блок сложен метаморфическими породами гранулитовой и амфиболитовой фаций метаморфизма, среди которых до недавнего времени были известны лишь тела метасоматических гранитов, К–Аг-возраст которых определен в пределах 1650–1410 млн. лет [4, 5]. Гнейсы и гранулиты, составляющие большую часть блока, большинство исследователей считают архейскими (древнее 2.6–2.5 млн. лет), хотя К–Аг-датировки и для них дают величины, сопоставимые с возрастом гранитов, – очевидно, фиксируя время протекания метасоматических процессов и гранитизации фундамента Калининградского блока. Первичными породами, за счет которых образовались амфиболиты, гнейсы и гранулиты, были различные эффузивы (в том числе океанические базальты), магматические и осадочные образования [2–5].

В 2000 г. при нефтепоисковом бурении на южных и юго-восточных площадях Калининградской области впервые были выявлены интрузивные диориты и развитая на них кора выветривания докембрийского возраста. Нами изучены проявления диоритового магматизма на Семеновской площади, где в ряде скважин получены хорошие геологические разрезы с непрерывным переходом от образований коры выветривания к свежим диоритам. Важно отметить, что в трещиноватых диоритах иногда отмечаются выпоты

ООО "Лукойл-Калининградморнефть",  
Калининград

Атлантическое отделение  
Института океанологии им. П.П. Шишова  
Российской Академии наук, Калининград



**Рис. 1.** Расположение изученных скважин на схеме структурного районирования архей-протерозойского фундамента (по [3] с дополнениями). 1 – границы структурных блоков; номерами обозначены блоки: 1 – Калининградский, 2 – Южно-Литовский, 3 – Неманский, 4 – Калускацкий; 2 – южная граница готского интрузивного комплекса по [6], северная граница комплекса не определена; 3 – граница зон метаморфизма пород фундамента; А – породы амфиболитовой фации, Гр – породы гранулитовой фации; 4 – скважины, вскрывшие кристаллический фундамент, цифрами обозначены скважины, упомянутые в тексте и вскрывшие диориты: 1 – скв. Семеновской площади (СС1, СС2, СС3), 2 – Чеховская, 3 – Восточно-Гвардейская, 4 – Дружбинская, 5 – Западно-Гусевская, 6 – Гусевская, 7 – Кибартайская; 5 – границы: а – государственные, б – экономической зоны России в Балтийском море.

нефти и включения битумов, которые по трещинам мигрировали сюда из нефтенасыщенных песчаников, обрамляющих выступы кристаллического фундамента. С целью изучения состава и возраста диоритов были взяты образцы керн из трех скважин Семеновской площади и проведены петрографические, минералогические, химические и другие виды исследований.

Магматические породы, вскрытые скважинами 1–3 на Семеновской площади, представлены средними плутоническими породами нормального и субщелочного рядов из семейства кварцевых диоритов и субщелочных кварцевых диоритов [11]. Главным пороодообразующим минералом диоритов является плагиоклаз, темноцветные минералы представлены биотитом, гиперстеном и роговой обманкой. В небольшом количестве постоянно присутствует кварц. В субщелочных раз-

ностях появляется калиевый полевой шпат в переменных количествах. Его появление обычно связано с катаклизмом пород, с образованием микротрещин и прожилков и сопровождается реакционным взаимодействием калишпата с плагиоклазом с образованием мирмекитов. Химический состав свежих и выветрелых диоритов представлен в табл. 1. По петрохимическим особенностям диориты Семеновской площади относятся к К–Na-серии: при обычном для кварцевых диоритов суммарном содержании щелочей от 6.5 до 6.7% и кремнезема 62–64% (рис. 2) отношение  $Na_2O/K_2O$  изменяется от 0.9 до 0.7. Породы характеризуются умеренной до высокой глиноземистостью: величина коэффициента  $al' = Al_2O_3/(Fe_2O_3 + FeO + MgO)$  варьирует от 1.82 (обр. СС2-2) до 2.13 (обр. СС1-2). Железистость низкая ( $f$  от 8 до 9.4). На стандартной диаграмме АФМ (рис. 3) можно

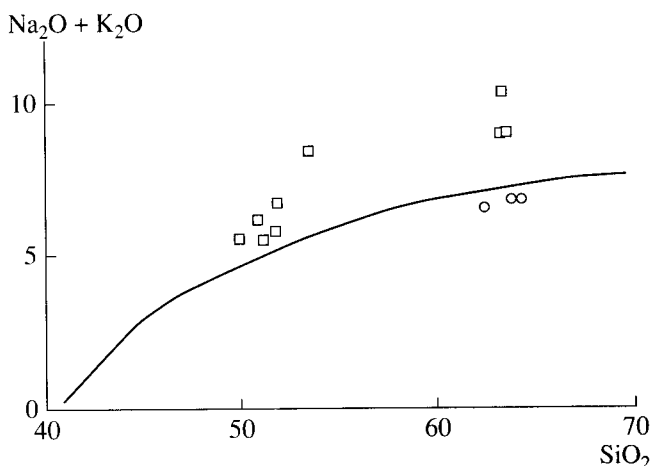


Рис. 2. Соотношение щелочности и кремнекислотности в диоритах Калининградского структурного блока (обр. СС1-2, СС2-2, СС3-9 – кружки) и готского интрузивного комплекса Северо-Восточной Польши (квадраты). Показана разделительная линия полей толеитовых и щелочных базальтов.

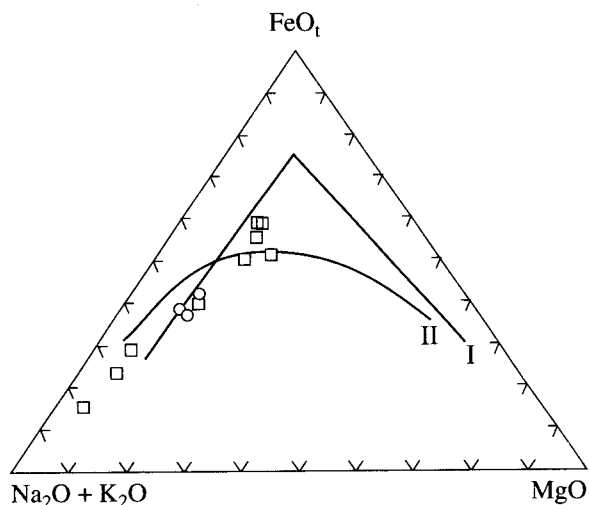


Рис. 3. Состав диоритов Калининградского структурного блока и готского интрузивного комплекса Северо-Восточной Польши на диаграмме  $(K_2O + Na_2O)$ – $FeO_T$ – $MgO$ . Условные обозначения те же, что и на рис. 2. I и II – тренды дифференциации толеитовых и щелочных базальтов.

видеть, что диориты являются продуктом достаточно глубокой дифференциации базальтового расплава.

Геохимические особенности диоритов фундамента типичны для пород континентальной коры

(табл. 1, 2). Для них характерно заметное обогащение редкоземельными элементами (РЗЭ) с преобладанием легких РЗЭ (La–Nd), концентрация которых почти в 100 раз превышает их содержание в хондрите (рис. 4). Плавное снижение со-

Таблица 1. Химический состав диоритов и развитых на них продуктов докембрийской коры выветривания фундамента Семеновской площади в скв. 1, 2, 3 Калининградского структурного блока (оксиды – %, элементы – г/т)

| Компонент                      | Обр. СС1-2 | Обр. СС2-2 | Обр. СС3-9 | Обр. СС3-7 | Обр. СС3-6 | Обр. СС3-4 | Обр. СС3-3 |
|--------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| SiO <sub>2</sub>               | 64.31      | 63.77      | 62.49      | 56.57      | 30.8       | 28.65      | 30.29      |
| TiO <sub>2</sub>               | 0.79       | 0.87       | 0.91       | 1.01       | 0.66       | 0.58       | 0.56       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15.33      | 15.48      | 15.89      | 17.0       | 11.27      | 10.06      | 10.34      |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 5.77       | 6.52       | 6.72       | 3.97       | 6.94       | 7.58       | 7.12       |
| MnO                            | 0.07       | 0.11       | 0.1        | 0.14       | 0.5        | 0.54       | 0.51       |
| MgO                            | 1.41       | 1.69       | 1.74       | 2.68       | 6.96       | 7.49       | 7.33       |
| CaO                            | 3.87       | 4.11       | 4.63       | 4.07       | 15.75      | 16.97      | 16.21      |
| Na <sub>2</sub> O              | 2.84       | 2.86       | 3.08       | 0.32       | <0.2       | <0.2       | <0.2       |
| K <sub>2</sub> O               | 3.88       | 3.89       | 3.42       | 3.54       | 0.37       | 0.29       | 0.23       |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | 0.21       | 0.24       | 0.26       | 0.28       | 0.22       | 0.06       | 0.06       |
| П.п.п.                         | 1.3        | 0.27       | 0.54       | 10.46      | 26.84      | 28.08      | 27.37      |
| Сумма                          | 99.78      | 99.81      | 99.78      | 100.04     | 100.51     | 100.50     | 100.22     |
| Li                             | 42         | 18         | 23         | 69         | 61         | 67         | 72         |
| Rb                             | 150        | 140        | 140        | 150        | 7          | 5          | 4          |
| Sr                             | 300        | 270        | 370        | 190        | 60         | 100        | 120        |
| Zn                             | 65         | 121        | 97         | 42         | 65         | 55         | 47         |

Примечание. СС1-2 – микроклинизированный кварцевый диорит; СС2-2 – свежий биотит-гиперстеновый кварцевый диорит; СС3-9 – кварцевый диорит с измененным гиперстеном; СС3-7 – кварцевый диорит каолинизированный; СС3-6, 3-4, 3-3 – диориты, нацело измененные вторичными процессами (каолинизация, карбонатизация). Все железо в виде Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Анализы выполнены в Институте геохимии СО РАН, силикатный – рентгенофлуоресцентным, элементы-примеси – атомно-абсорбционным методом. Аналитики А.Л. Финкельштейн, С.И. Шигарова, О. Пройдакова.

держаний от легких к тяжелым РЗЭ нарушается заметным минимумом Eu. Это, вероятно, свидетельствует о том, что в своей магматической истории диориты прошли этап фракционирования плагиоклаза, активно аккумуляировавшего Eu. Примечателен также другой перегиб на рис. 4 – максимум Tm, что по всей вероятности связано с присутствием в обр. СС2-2 заметных количеств свежего гиперстена, накапливавшего тяжелые РЗЭ. Диориты характеризуются также типичным для пород континентальной коры обогащением наиболее “несовместимыми” редкими элементами (U, Th, Rb, Pb). Однако при вторичных изменениях в коре выветривания концентрации U и Th значительно падают. Из диоритов выносятся также  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , CaO, Na, Cu, Zn, Sr, а в продуктах их выветривания накапливаются  $\text{TiO}_2$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Характерно, что структурно-текстурные признаки диоритов хорошо сохраняются даже в очень сильно выветрелых породах, изменяющих цвет от темно-серого до светло-серого и мелового белого.

Абсолютный возраст диоритов Семеновской площади определен К–Аг-методом в лаборатории ИГЕМ РАН (аналитики М.М. Аракелянц и В.А. Лебедев). Он равен  $1220 \pm 15$  млн. лет для образца СС1-2 и  $1400 \pm 20$  млн. лет для образца СС3-9. Ранее был определен К–Аг-возраст плагиоклаз-микроклиновых гранитов из скв. Дружбинская (1530 млн. лет), порфиридных плагиогранитов из скв. Гусевская (1530–1410 млн. лет), биотитовых и плагиоклаз-микроклиновых гранитов из скв. Кибартайская (1650–1630 млн. лет). Как можно видеть, диориты Семеновской площади – наиболее молодые интрузивные образования в фундаменте Калининградской области и республик Прибалтики [3–5, 8, 12]. Аналогичные по составу магматические породы были встречены восточнее и западнее Семеновской площади в буровом шлеме скважин Чеховская, Восточно-Гвардейская, Западно-Гусевская.

Как уже отмечалось, магматические интрузивные образования широко развиты в Северо-Восточной Польше. Здесь они слагают готский комплекс средне- и верхнепротерозойских посторогенных интрузий габбро, диоритов, сиенитов, гранитов, пегматитов и других магматических пород, вызвавших региональную гранитизацию, мигматизацию и метасоматоз древних серий [6, 7]. Сравнение составов наших диоритов и родственных магматических пород готского комплекса (рис. 2, 3) показывает, что в целом на Северо-Востоке Польши их щелочность выше, а степень дифференцированности проявлена гораздо шире. Установлено, что нориты, лейкогаббро-нориты, диориты и анортозиты образуют единый петрогенетический ряд. Имеются переходные разности к гранодиоритам [7]. Можно предполагать, что готский интрузивный комплекс из Северо-Восточной Польши продолжается в южную часть

**Таблица 2.** Содержания редкоземельных и редких элементов (г/т) в диоритах Семеновской площади Калининградского структурного блока

| Компонент | Обр. СС3-9 | Обр. СС2-2 |
|-----------|------------|------------|
| Sc        | 15.65      | 13.66      |
| Co        | 13.12      | 12.52      |
| Cu        | 19.01      | 19.57      |
| Zn        | 85.27      | 98.76      |
| Ga        | 17.25      | 16.06      |
| Ge        | 1.39       | 1.39       |
| Rb        | 124.08     | 109.71     |
| Sr        | 323.4      | 319.35     |
| Y         | 28.12      | 31.73      |
| Zr*       | 76.34      | 100.27     |
| Nb*       | 13.06      | 14.4       |
| Sn        | 2          | 2.1        |
| Cs        | 1.44       | 0.69       |
| Ba        | 1020.58    | 1075.01    |
| La        | 39.52      | 47.22      |
| Ce        | 83.77      | 108.72     |
| Pr        | 10.83      | 13.08      |
| Nd        | 41.54      | 48.41      |
| Sm        | 7.64       | 9.13       |
| Eu        | 2.12       | 2.17       |
| Gd        | 6.72       | 7.85       |
| Tb        | 0.97       | 1.21       |
| Dy        | 5.47       | 6.64       |
| Ho        | 1.05       | 1.39       |
| Er        | 2.93       | 3.77       |
| Tm        | 0.44       | 0.61       |
| Yb        | 2.71       | 3.42       |
| Lu        | 0.39       | 0.56       |
| Hf        | 2.15       | 3.3        |
| Ta*       | 0.65       | 0.91       |
| Pb        | 22.75      | 20.37      |
| Th        | 1.74       | 11.09      |
| U         | 0.35       | 0.83       |

Примечание. Пробы анализировались методом ICP-MS, аналитики Е.В. Смирнова, Г.П. Сандиминова (Институт геохимии СО РАН). Звездочкой отмечено, что точность анализа этих элементов понижена.

Калининградской области и Южную Литву, а далее уходит в Западную Латвию [12]. В районе Гданьска он погружается под дно Балтийского моря. Таким образом, этот интрузивный комплекс полукольцом охватывает южную и западную окраины Калининградского блока и прояв-

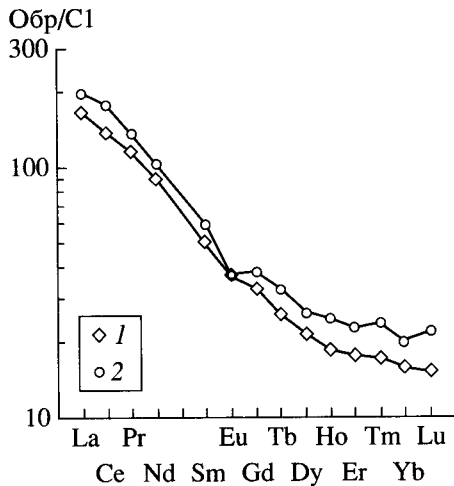


Рис. 4. Распределение редкоземельных элементов в диоритах Семеновской площади Калининградского структурного блока. 1 – обр. СС3-9, 2 – обр. СС2-2.

ляется в нем в виде интрузий гранитов и диоритов и, возможно, других плутонов.

Современные петрологические представления дают возможность рассматривать магматизм типа Семеновской площади как проявление глубинных процессов, связанных с тектоникой плит в зонах субдукции древних островодужных систем. Возможно, что в протерозое на территории юга Калининградской области, Северо-Востока Польши и в других районах западной окраины Восточно-Европейской платформы существовала островная дуга древнего океана Япетус. Погружение и аккреция блоков земной коры обусловили магматические процессы особого типа – островодужный (андезит-диоритовый) и гранитоидный. Гранитоидный тип магматизма широко представлен в фундаменте Калининградской области и был выявлен и изучен на начальном этапе нефтепоисковых работ [4]. Диоритовый магматизм здесь не был до сих пор известен. На Семеновской площади выявлены наиболее крупные его проявления.

Выявление фактов проявлений интрузивного магматизма и зон субдукции имеет большое теоретическое и практическое значение. Эти факты позволяют не только реконструировать палеогеологическую обстановку, но и оценить по-новому перспективы области на различные полезные ископаемые, в том числе и перспективы нефтегазоносности, так как поднятия в рельефе поверхности фундамента Калининградского блока обычно

образованы плутонами среднепротерозойских гранитов и диоритов, на которых в верхнем протерозое образовалась кора выветривания латеритного типа, а в кембрии возникли конседиментационные осадочные антиклинальные структуры, служившие ловушками углеводородов [3, 5, 10].

Открытие в Калининградском структурном блоке среднепротерозойских диоритов и выполненные нами петролого-геохимические и геохронологические исследования имеют важное значение для геологии западной окраины ВЕП, так как позволяют раскрыть связи готского магматизма Северо-Востока Польши, Южной Литвы, Западной Латвии и дают возможность говорить о новом магматическом поясе.

Авторы благодарны руководству ООО “Лукойл–Калининградморнефть” за предоставление материалов и финансовую поддержку исследований, а также Калининградскому отделению Российского геологического общества за содействие в выполнении работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тектоника Западно-Европейской платформы / Под ред. Р.Г. Гарецкого. Минск: Наука и техника, 1990. 168 с.
2. Аксаментова Н.В. // Докл. АН БССР. 1988. Т. 32. № 5. С. 433–436.
3. Загородных В.А., Довбня А.Б., Жамойда В.А. Стратиграфия Калининградского региона. Калининград: Мин-во природных ресурсов, 2001. 227 с.
4. Васильев В.А. В сб.: Вопросы региональной геологии Прибалтики и Белоруссии. Рига: Зинатне, 1969. С. 3–16.
5. Kharin G.S., Emelyanov E.M. In: Eurobridge Workshop. Vilnius, 1997. P. 38–40.
6. Зноско Е., Кубицки С., Рыка В. // Геотектоника. 1972. № 5. С. 79–92.
7. Juskowiak O. // Biul. Inst. Geol. 1971. V. 245. P. 7–163.
8. Геология и геоморфология Балтийского моря / Под ред. А.А. Григялиса. Л.: Недра, 1991. 432 с.
9. Bogdanova S.V. EUROBRIDGE Geologists. In: Eurobridge Workshop. Vilnius, 1997. P. 11–14.
10. Берзинь Л.Е., Востоков Е.Н., Канев С.В. В сб.: Тектоника и полезные ископаемые Белоруссии и Прибалтики. Калининград: Калининград. гос. ун-т, 1978. С. 69–74.
11. Магматические горные породы / Под ред. О.А. Богатикова. М.: Наука, 1985. Ч. 2. 768 с.
12. Богатиков О.А., Биркис А.П. Магматизм докембрия Западной Латвии. М.: Наука, 1973. 136 с.