ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНАТОВ ИЗ СРЕДНЕНЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ТИЛЛОВ СЕВЕРА И ЮГА ТИМАНО-ПЕЧОРО-ВЫЧЕГОДСКОГО РЕГИОНА

Л. Н. Андреичева, М. Н. Буравская

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

andreicheva@geo.komisc.ru, buravskaya@geo.komisc.ru

В статье рассматриваются результаты исследования типоморфных особенностей гранатов из тиллов среднего неоплейстоцена в долинах рек Лаи и Вычегды, что обусловлено необходимостью обоснованного и достоверного их расчленения и корреляции. Наибольшее распространение среди гранатов имеют две цветовые разновидности — оранжевые и розовые. В долине р. Лаи доминируют розовые гранаты, их содержание в печорском горизонте выше, чем в вычегодском. На р. Вычегде тиллы обогащены оранжевыми гранатами, но больше их в вычегодском горизонте.

Среди розовых гранатов в печорском тилле преобладает пироп-альмандин. В долине р. Лаи он составляет 90 %, на р. Вычегде — 60 %. В вычегодском тилле в оранжевой группе гранатов на Лае половина зерен приходится на пироп-гроссуляр-альмандин и гроссуляр-пироп-альмандин, а на Вычегде они составляют все 100 %. Среди розовых гранатов в долине р. Лаи пироп-альмандина содержится 56 %, на Вычегде — 44 %. На р. Лае в вычегодском тилле отмечены единичные зерна гранатов с высоким содержанием кальциевого (до 90 %) и спессартинового (более 50 %) компонентов.

Ключевые слова: средний неоплейстоцен, тилл, типоморфные особенности, гранат, минеральный состав, цветовая группа.

TYPOMORPHIC FEATURES OF GARNETS FROM THE MIDDLE NEOPLEISTOCENE TILLS IN THE NORTH AND SOUTH OF TIMAN-PECHORA-VYCHEGDA REGION

L. N. Andreicheva, M. N. Buravskaya

Institute of Geology, Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The article presents results of research of typomorphic features of garnets from the Middle Neopleistocene tills in the valleys of Laya and Vychegda Rivers due to necessity of valid and reliable subdivision and correlation of the deposits. Two sorts of garnets, different in color, are the most widespread — orange and pink. The pink garnets dominate in the valley of the Laya River, their content in the Pechora horizon is higher than in the Vychegda horizon. In the Vychegda River valley the tills are enriched with orange garnets, but their concentration is higher in the Vychegda till.

Pyrope-almandine prevails among the pink garnets in the Pechora till. In the valley of the Laya River it accounts for 90 %, in the Vychegda River — 60 %. Half of grains among orange garnets in the Vychegda till of the Laya River are pyrope-almandine-grossularite and grossularite-pyrope-almandine, but in the valley of the Vychegda River they make up 100 %. The portion of pyrope-almandine among pink garnets in the Laya River valley is 56 %, in the Vychegda River valley — 44 %. Single garnet grains with high content of calcium (up to 90 %) and spessartine (more than 50 %) are found in the Vychegda till in the valley of the Laya River.

Keywords: Middle Neopleistocene, till, typomorphic features, garnet, mineral composition, color group.

Введение

Актуальная задача четвертичной геологии — расчленение и корреляция отложений и палеогеографических событий. Перспективное направление в решении этой проблемы — комплексное литологическое исследование маркирующих толщ, представленных горизонтами тиллов, и выявление их специфических особенностей, сформированных за счет материала различных питающих ледниковых провинций, путем минералого-петрографического анализа тиллов и замеров направления ориентировки удлиненных обломков пород, содержащихся в них. Это делает возможным использование этих данных для целей литостратиграфии.

В связи с работами по созданию нового поколения четвертичных геологических карт необходимо обоснованное и достоверное проведение расчленения и корреляции отложений. Для этого чрезвычайно важно усовершенствовать старые и использовать новые методы и подходы в области четвертичной геологии. Нами впервые начато исследование типоморфных особенностей и химического состава гранатов из тиллов, поскольку гранаты играют существенную роль в составе минеральной ассоциации тяжелой фракции размерностью 0.25–0.1 мм, средние их содержания составляют в печорском тилле 17–18 %, а в вычегодском — 19–22.5 %. Изучение гранатов проведено на сканирующем электронном микроско-

пе фирмы JEOL модели JSM-6400 с рентгеновским энергодисперсионным спектрометром Link и волновым спектрометром Microspex. Ускоряющее напряжение 20 кВ, ток зонда 10^{-9} А, стандарт эталонов Microspex (аналитик В. Н. Филиппов). К настоящему времени получены первые немногочисленные, но вполне обнадеживающие данные.

Результаты исследований и их обсуждение

Вещественный состав отложений и их текстурно-структурные особенности используются как для установления местоположения источников сноса терригенного материала при формировании отложений разных генетических типов, так и для стратиграфического расчленения и корреляции осадков ледникового генезиса — тиллов. Результаты комплексного изучения литологического состава тиллов получены в процессе исследований обширной и неоднородной в геологическом отношении территории Тимано-Печоро-Вычегодского региона. Состав их определяется составом пород питающих ледниковых провинций — центров оледенений, отложений областей транзита и местных подстилающих пород, особенности состава которых на данном этапе исследований хорошо изучены и известны [1, 2]. Естественно, в региональном плане наблюдается изменчивость литолого-минералогических показателей тиллов, что ограничивает их использование для широких пространственных корреля-

Рис. 1. Направление перемещения покровных ледников в среднем неоплейстоцене: 1 — печорского, 2 — вычегодского; 3 — граница максимального распространения вычегодского покровного ледника

Fig. 1. Direction of movement of glaciers in Middle Neopleistocene: 1 — Pechora, 2 — Vychegda; 3 — boundary of maximum expansion of Vychegda glacier

ций. В пределах локальных участков различия в литологическом составе тиллов обусловлены различными гляциодинамическими обстановками и направлениями перемещения покровных ледников в разные эпохи неоплейстоцена, определяемыми ориентировкой удлиненных обломков пород (рис. 1). Формирование тиллов разного возраста в регионе связано с различными ледниковыми провинциями: северо-восточной (Пай-Хой-Уральско-Новоземельской) и северо-западной (Фенноскандинавской). Литологические особенности тиллов с учетом факторов гляциоседиментогенеза позволяют достаточно уверенно проводить региональные и межрегиональные корреляции моренных горизонтов [4]. Собственно, это навело нас на мысль попытаться использовать типоморфные особенности акцессорных минералов, в частности граната, в тиллах для установления местоположения питающих ледниковых провинций, исходя при этом из постулата, что гранаты из северо-западной и северо-восточной терригенно-минералогических провинций обладают различными типоморфными особенностями и химическим составом, что позволит увязать связь гранатов с определенной питающей провинцией и выявить стратиграфическую приуроченность тиллов. Результаты исследований по выявлению источников сноса обломочного материала, расчленению и корреляции осадочных толщ рассматриваются в публикациях А. Мортон [5, 6] и Б. М. Осовецкого [3].

Для визуального изучения гранатов из тяжелой фракции среднееоплейстоценовых тиллов (печорского и вычегодского горизонтов) в долинах рек Лаи и

Рис. 2. Схема расположения изученных разрезов в долинах рек Лаи и Вычегды

Fig. 2. Section locations in the valleys of Laya and Vychegda rivers

Вычегды (рис. 2) отобраны по 100 зерен, представленными двумя цветовыми группами. Первая группа включает гранаты оранжевой и светло-оранжевой окраски, вторая — розовые и светло-розовые зерна. Очень незначительная часть гранатов проанализирована микрозондовым рентгеноспектральным методом. В долине р. Лаи из первой группы оранжевых гранатов в печорском тилле изучены 4 зерна, из группы розовых — 10 зерен, в вычегодском ледниковом горизонте — соответственно 7 и 9 зерен. На Вычегде из первой цветовой группы в печорском тилле проанализированы 5 зерен гранатов, из второй — 10, а в вычегодском тилле — 4 оранжевых и 9 розовых зерен.

Север Тимано-Печоро-Вычегодского региона — долина р. Лаи

В печорском тилле первая цветовая группа гранатов представлена угловато окатанными прозрачными обломками (рис. 3). Химический состав минералов и их пересчет на минеральный состав (табл. 1) позволили устано-

вить, что два зерна представлены гроссуляр-пироп-альмандином, и по одному зерну приходится на гроссуляр-альмандин-пироп и гроссуляр-спессартин-альмандин. Вторая группа сложена в основном остроугольными и угловато-окатанными обломками гранатов, имеющими преимущественно светло-розовую окраску и стеклянный блеск. В этой группе абсолютно доминирует пироп-альмандин, и лишь одно зерно представлено гроссуляр-пироп-альмандином. Соотношение минералов двух цветковых групп 1:10.

В вычегодском тилле гранаты оранжевой и светло-оранжевой окраски прозрачны и имеют угловато-окатанную форму и гладкую поверхность. По минеральному составу выделено пять разновидностей гранатов: доминирует пироп-гроссуляр-альмандин (3 зерна), на гроссуляр-пироп-альмандин, гроссуляр-альмандин-спессартин, гроссуляр-андрадит и альмандин-спессартин приходится по 1 зерну. Вторая цветовая группа состоит из остроугольных и угловато-окатанных зерен с гладкой, редко шеро-

Рис. 3. Гранаты из среднеплейстоценовых тиллов р. Лаи (SEM-изображения в режиме вторичных электронов): а–г — печорского тилла: а, б — первой цветовой группы, в, г — второй цветовой группы; д–ж — вычегодского тилла: д, е — первой цветовой группы, ё, ж — второй цветовой группы

Fig. 3. Garnets from Middle Neopleistocene tills at the Laya River (SEM images in secondary electron mode): а–г — Pechora till: а, б — the first color group, в–г — garnets from the second color group; д–ж — garnets from Vychehda till: д, е — garnets from the first color group, ё, ж — garnets from the second color group

Рис. 4. Гранаты среднеплейстоценовых тиллов р. Вычегды (SEM-изображения в режиме вторичных электронов): а–г — печорского тилла: а, б — первой цветовой группы, в, г — второй цветовой группы; д–ж — вычегодского тилла: д, е — первой цветовой группы, ё, ж — второй цветовой группы

Fig. 4. Garnets of Middle Neopleistocene tills at the Vychehda River (SEM images in secondary electron mode): а–г — Pechora till: а, б — the first color group, в, г — the second color group; д–ж — Vychehda till: д, е — the first color group, ё, ж — the second color group

Таблица 1. Химический состав гранатов в тиллах р. Лаи и результаты их пересчета на минальный состав
Table 1. Chemical composition of garnets in tills at the Laya River and results of their conversion to minal composition

Цветовая группа Color group	Компоненты, мас. % Components, wt %						Минальный состав*, % Minal composition*, %				
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	Пи Mg ₃ Al ₂	Ал Fe ₃ Al ₂	Сп Mn ₃ Al ₂	Гр Ca ₃ Al ₂	Ан Ca ₃ Fe ₂
Печорский горизонт / Pechora horizon											
Оранжевая Orange	Гроссуляри-пироп-альмандин / Grossularite-pyrop-almandine										
	5.65	22.01	36.00	6.53	1.77	28.06	22.42	54.81	4.10	17.01	1.68
	3.83	20.88	35.00	6.54	0.63	33.13	15.65	63.85	1.44	15.83	3.24
	Гроссуляри-альмандин-пироп / Grossularite-almandine-pyrop										
	11.69	22.30	36.54	5.29	0.45	23.75	43.66	42.64	0.85	10.84	2.03
	Гроссуляри-спессартин-альмандин / Grossularite-spessartine-almandine										
	1.41	21.64	35.6	9.05	13.39	18.91	5.52	37.93	30.34	25.69	0.52
Розовая Rose	Пироп-альмандины / Pyrop-almandines										
	5.99	21.26	34.41	3.21	0.62	34.49	23.14	63.87	1.37	8.68	3.25
	10.15	22.28	35.90	1.32	0.71	29.65	37.50	55.74	1.51	4.99	2.26
	9.68	22.23	35.98	1.20	0.32	30.26	38.09	57.83	0.72	2.31	1.06
	13.18	22.30	36.50	1.46	0.43	26.13	46.13	48.48	1.01	1.80	2.50
	6.21	22.35	35.21	0.69	0.85	34.71	25.41	70.76	2.01	1.28	0.55
	8.35	22.32	35.75	1.17	0.74	31.68	33.16	62.01	1.61	1.90	1.33
	7.04	21.56	34.75	3.23	1.83	31.62	27.52	59.17	4.16	6.24	2.93
	7.59	21.15	34.43	1.23	0.84	34.78	29.69	64.69	1.91	0.88	2.85
	12.23	22.61	36.66	1.64	0.26	26.61	46.04	48.99	0.52	3.44	1.03
	Гроссуляри-пироп-альмандин / Grossularite-pyrop-almandine										
	8.57	22.21	37.37	5.98	0.80	25.08	33.75	47.50	1.97	14.11	2.67
Вычегодский горизонт / Vychegda horizon											
Оранжевая Orange	Пироп-гроссуляри-альмандины / Pyrop-grossularite-almandines										
	4.32	21.55	35.06	8.10	0.75	30.23	17.01	58.25	1.76	21.68	1.32
	2.99	22.02	35.41	7.74	2.17	29.69	12.23	60.07	5.04	21.72	0.95
	3.87	21.47	35.40	7.19	2.73	29.36	15.65	57.18	6.22	18.97	2.00
	Гроссуляри-пироп-альмандин / Grossularite-pyrop-almandine										
	6.50	21.62	36.16	6.39	0.54	28.80	26.03	54.72	1.07	15.51	2.67
	Гроссуляри-альмандин-спессартин / Grossularite-almandine-spessartine										
	1.40	20.13	35.65	4.61	25.61	12.63	5.74	22.12	58.78	10.05	3.32
	Гроссуляри-андрадит / Grossularite-andradite										
	0.45	10.40	37.70	30.97	0.80	19.84	1.81	4.99	8.78	34.27	50.17
	Альмандин-спессартин / Almandine-spessartine										
	1.14	22.03	36.12	1.73	22.02	16.97	4.93	36.45	53.35	5.28	0.00
Розовая Rose	Пироп-альмандины / Pyrop-almandine										
	4.89	21.21	34.06	1.16	1.69	37.00	19.51	71.45	3.88	3.06	2.11
	7.93	22.74	35.73	2.48	0.67	30.47	31.28	60.38	1.42	6.65	0.28
	10.16	22.11	35.95	1.69	0.39	29.72	39.13	55.31	0.87	3.40	1.31
	8.71	21.56	34.90	1.10	0.69	33.05	33.85	61.64	1.39	1.31	1.82
	7.43	21.84	35.64	2.25	0.46	32.40	29.75	62.73	1.08	4.74	1.72
	Гроссуляри-пироп-альмандины / Grossularite-pyrop-almandine										
	4.13	22.48	35.99	6.35	2.23	28.83	16.90	59.01	5.30	18.25	0.56
	7.17	22.08	36.21	6.37	0.81	27.37	27.99	52.29	1.76	15.58	2.38
	4.05	21.98	36.46	5.59	1.26	30.68	17.13	62.97	3.03	15.20	1.69
	Гроссуляри / Grossularite										
	0.55	19.98	38.96	33.03	0.49	7.01	2.01	6.38	1.18	84.91	5.54

*Минальный состав: Пи — пироп, Ал — альмандин, Сп — спессартин, Гр — гроссуляри, Ан — андрадит.
Анализы выполнены в ЦКП «Наука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН, аналитик В. Н. Филиппов.

*Minal composition: Пи — pyrop, Ал — almandine, Сп — spessartine, Гр — grossularite, Ан — andradite.
Analyses were performed in CCU Nauka of the Institute of Geology, Komi Science Centre UB RAS, analyst V. N. Philippov.

ховатой матирующей поверхностью. Иногда гладкая поверхность осложнена сколами и царапинами. Во второй группе розовых гранатов преобладает пироп-альмандин (5 зерен), составляя более половины изученных минералов, меньше содержание гроссуляри-пироп-альмандина (3 зерна) и гроссуляри (1 зерно). Соотношение минералов двух цветовых групп 1:4.

Юг Тимано-Печоро-Вычегодского региона — долина р. Вычегды

В печорском тилле первая цветовая группа гранатов состоит в основном из угловато-окатанных зерен с неровной поверхностью (рис. 4). Пересчет химического состава гранатов на минальный (табл. 2) показал наличие в группе оранжевых гранатов трех разновидностей: пироп-гроссу-

Таблица 2. Химический состав гранатов в тиллах р. Вычегды и результаты их пересчета на минеральный состав
Table 2. Chemical composition of garnets in tills at the Vychehda River and results of their conversion to mineral composition

Цветовая группа Color group	Компоненты, мас. % Components, wt%						Минеральный состав*, % Mineral composition*, %				
	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	Пи Mg ₃ Al ₂	Ал Fe ₃ Al ₂	Сп Mn ₃ Al ₂	Гр Ca ₃ Al ₂	Ан Ca ₃ Fe ₂
Печорский горизонт / Pechora horizon											
Оранжевая Orange	Пироп-гроссуляр-альмандины / Pyrope-grossularite-almandine										
	4.43	21.26	34.95	8.01	2.38	28.96	17.52	54.41	5.37	19.58	3.11
	3.36	21.87	35.44	11.52	0.51	27.29	13.27	52.83	1.22	30.31	2.35
	Гроссуляр-пироп-альмандины / Grossularite-pyrope-almandine										
	5.68	21.82	35.53	5.68	0.49	30.79	22.77	59.79	1.07	13.43	2.94
	4.68	21.29	34.94	7.36	0.71	31	18.59	58.95	1.58	17.19	3.68
Розовая Rose	Спессартин-гроссуляр-альмандин / Spessartine-grossularite-almandine										
	0.44	20.96	36.19	12.65	8.12	21.65	1.79	41.79	18.93	33.75	3.75
	Пироп-альмандины / Pyrope-almandine										
	10.99	22.20	36.09	1.71	0.56	28.49	41.28	52.79	1.26	2.30	2.38
	11.20	22.31	35.46	1.36	0.45	29.23	41.90	53.39	1.00	1.71	2.02
	4.06	21.57	34.66	1.49	3.54	34.69	16.69	70.55	8.39	2.16	2.22
	11.64	22.39	35.83	1.09	0.43	28.61	43.75	52.50	0.91	0.97	1.87
	11.83	22.34	35.8	1.57	0.44	28.02	43.92	50.84	1.015	1.435	2.79
	5.13	20.75	32.93	0.96	1.51	38.73	20.42	73.36	3.46	0.17	2.6
	Гроссуляр-альмандин-пиропы / Grossularite-almandine-pyropes										
	17.69	23.40	38.67	5.41	0.30	14.55	61.28	24.59	0.65	12.00	1.49
	11.86	22.52	36.24	7.81	0.36	20.93	42.73	36.51	0.66	17.91	2.21
	Гроссуляр-пироп-альмандин / Grossularite-pyrope-almandine										
	9.83	22.14	36.25	6.07	0.68	25.02	36.95	45.42	1.36	13.73	2.54
Оранжевая Orange	Пироп-гроссуляр-альмандин / Pyrope-grossularite-almandine										
	4.43	21.65	35.19	7.95	1.47	29.32	17.51	56.56	3.33	20.51	2.10
	Вычегодский горизонт Vychehda horizon										
	Гроссуляр-пироп-альмандины / Grossularite-pyrope-almandine										
	7.01	21.47	35.76	8.65	0.38	26.74	26.98	48.46	0.69	18.73	5.16
	4.99	21.54	35.01	7.14	0.76	30.57	19.78	58.38	1.57	17.14	3.14
	Пироп-гроссуляр-альмандины / Pyrope-grossularite-almandine										
	4.16	22.10	35.83	9.64	1.45	26.84	16.4	52.73	3.36	25.96	1.57
	5.09	22.22	35.93	9.93	0.69	26.16	20.02	50.54	1.57	26.31	1.57
Розовая Rose	Пироп-альмандины / Pyrope-almandine										
	7.06	21.33	35.47	0.85	0.61	34.7	28.79	67.39	1.46	-	2.37
	3.91	22.69	36.54	2.11	2.31	32.45	16.99	70.66	5.79	6.56	-
	7.26	22.0	35.76	3.95	0.89	30.15	28.51	58.28	1.94	9.41	1.86
	10.4	21.84	36.06	0.93	0.33	30.45	40.42	56.42	0.71	0.35	2.11
	Гроссуляр-альмандин-пиропы / Grossularite-almandine-pyrope										
	11.13	22.62	37.53	8.18	0.5	20.04	41.34	35.92	1.03	19.68	2.05
	12.5	23.16	37.13	7.24	0.42	19.57	45.09	35.03	0.99	18.14	0.76
	Гроссуляр-пироп-альмандин / Grossularite-pyrope-almandine										
	8.5	22.11	35.86	6.83	0.28	26.44	32.22	48.67	0.52	16.04	2.55
	Пироп-гроссуляр-альмандины / Pyrope-grossularite-almandine										
	2.87	21.67	35.23	8.26	3.82	28.15	11.51	55.98	8.65	22.3	1.58
	4.1	21.81	35.27	7.8	1.0	30.03	16.5	59.04	2.13	20.21	2.13

*Минеральный состав: Пи — пироп, Ал — альмандин, Сп — спессартин, Гр — гроссуляр, Ан — андрадит.
Анализы выполнены в ЦКП «Наука» Института геологии Коми НЦ УрО РАН, аналитик В. Н. Филиппов.

*Mineral composition: Пи — pyrope, Ал — almandine, Сп — spessartine, Гр — grossularite, Ан — andradite.
Analyses were performed in CCU Nauka of the Institute of Geology, Komi Science Centre UB RAS, analyst V. N. Philippov.

ляр-альмандина и гроссуляр-пироп-альмандина (по 2 зерна) и спессартин-гроссуляр-альмандина (1 зерно). Для группы розовых гранатов характерны прозрачные, реже полупрозрачные остроугольные зерна с гладкой поверхностью, на которой иногда наблюдаются шероховатости в виде углублений и бугорков. В этой группе гранатов выделены четыре разновидности. Большая часть гранатов представлена пироп-альмандином (6 зерен), 2 зерна гроссуляр-альмандин-пиропа и по 1 зерну пироп-гроссуляр-альмандина и гроссуляр-пироп-альмандина. Соотношение гранатов первой и второй цветовой групп 1:2.

В вычегодском тилле гранаты первой цветовой группы представлены угловато-окатанными, редко хорошо окатанными прозрачными зернами с гладкой, у единичных зерен с шероховатой поверхностью. По минеральному составу в группе оранжевых гранатов в равных количествах выделяются гроссуляр-пироп-альмандин и пироп-гроссуляр-альмандин. Вторая цветовая группа включает остроугольные и угловато-окатанные прозрачные, с гладкой поверхностью и стекляннным блеском обломки розовой и светло-розовой окраски. Гранаты представлены четырьмя разновидностями: преобладает пироп-альмандин (4 зерна), пироп-гроссу-

ляр-альмандин и гроссуляр-альмандин-пироп (по 2 зерна), и гроссуляр-пироп-альмандин (1 зерно). Соотношение минералов этих цветовых групп 2:1.

Выводы

В печорском и вычегодском тиллах установлен чрезвычайно разнообразный состав гранатов, среди которых преобладают высокомагнезиальные. Выявлены некоторые типоморфные особенности гранатов, связанные, вероятно, с формированием тиллов за счет разных питающих ледниковых провинций. В долине р. Лаи в тяжелой фракции обоих горизонтов тиллов доминируют гранаты второй цветовой группы — зерна розовой и светло-розовой окраски. В печорском тилле соотношение оранжевых и розовых гранатов составляет 1:10, что выше, чем в вычегодском, где их соотношение равно 1:4. В бассейне Вычегды для вычегодского тилла характерна максимальная концентрация гранатов первой группы — оранжевого и светло-оранжевого цвета, которых в 2 раза больше, чем розовых и светло-розовых зерен, тогда как в печорском горизонте их содержится в 2 раза меньше, чем розовых и светло-розовых гранатов.

В печорском тилле долины р. Лаи среди розовых гранатов содержание пироп-альмандина достигает 90 %, он также преобладает в печорском тилле р. Вычегды, составляя 60 %.

В вычегодском тилле на Лае в оранжевой цветовой группе гранатов половина зерен приходится на пироп-гроссуляр-альмандин и гроссуляр-пироп-альмандин, а на Вычегде они составляют все 100 %. Среди розовых и светло-розовых гранатов на пироп-альмандин в долине р. Лаи приходится 56 %, на Вычегде — 44 %.

На р. Лае в вычегодском горизонте отмечены единичные высококальциевые зерна гранатов, где содержание кальциевого компонента составляет до 90 %, и зерна с высоким содержанием спессартинового минерала (более 50 %).

С целью выявления более четких типоморфных особенностей минералов-индикаторов тиллов для их расчленения, корреляции и установления местоположения центров оледенения планируется продолжить изучение гранатов, а также циркона, эпидота и амфиболов в долинах других рек региона и в коренных породах ледниковых питающих провинций.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований РАН № 15-18-5-41 «Квартер арктических районов Европейского Северо-Востока России: седиментогенез, стратиграфия, палеогеография, полезные ископаемые».

Литература

1. Андреичева Л. Н. Питающие провинции и их влияние на формирование состава морен Тимано-Печоро-Вычегодского региона // Литология и полезные ископаемые. 1994. № 1. С. 127–131.
2. Кочетков О. С. Акцессорные минералы в древних толщах Тимана и Канина. Л.: Наука, 1967. 120 с.
3. Осовецкий Б. М. Геохимические исследования по тяжелым минералам. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2003. 191 с.
4. Природная среда неоплейстоцена и голоцена на Европейском Северо-Востоке России / Л. Н. Андреичева, Т. И. Марченко-Варапова, М. Н. Буравская, Ю. В. Голубева. М.: ГЕОС, 2015. 223 с.
5. Morton A. C. A new approach to provenance studies: electron microprobe analysis of detrital garnets from Middle Jurassic sandstones on the northern North Sea // Sedimentology. 1958a. Vol. 32. P. 553–566.
6. Morton A. C. Heavy minerals in provenance studies // Provenance Arenites. Proc. NATO Adv. Study. Inst. Cetraro, Cosenta, June 3–11, 1984. Dordrecht, 1985b. P. 249–277.

References

1. Andreicheva L. N. *Pitayuschie provintsii i ih vliyaniye na formirovaniye sostava moren Timano-Pechoro-Vychegodskogo regiona* (Source provinces and their influence on formation of morain composition of Timan-Pechora region). *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 1994. No. 1, pp. 127–131.
2. Kochetkov O. S. *Aktessornyye mineraly v drevnih tolschah Timana i Kanina* (Accessory minerals in ancient rocks of Timan and Kanin). Leningrad, Nauka, 1967, 120 pp.
3. Osovetskii B. M. *Geohimicheskie issledovaniya po tyazhelym mineralam* (Geochemical studies of heavy minerals). Perm, 2003, 191 pp.
4. *Prirodnaya sreda neopleistotsena i golotsena na Evropeyskom Severo-Vostoke Rossii* (Neopleistocene and Holocene environment in European North-East of Russia). L. N. Andreicheva, T. I. Marchenko-Vagapova, M. N. Buravskaya, Yu. V. Golubeva. Moscow, GEOS, 2015, 223 pp.
5. Morton A. C. A new approach to provenance studies: electron microprobe analysis of detrital garnets from Middle Jurassic sandstones on the northern North Sea. *Sedimentology*. 1958a. Vol. 32, pp. 553–566.
6. Morton A. C. Heavy minerals in provenance studies. *Provenance Arenites*. Proc. NATO Adv. Study. Inst. Cetraro, Cosenta, June 3–11, 1984. Dordrecht, 1985b, pp. 249–277.