

УДК 551.332.2:551.793.9:552.22(470.1)

ФОРМИРОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА НЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОСНОВНЫХ МОРЕН В СУБАРКТИКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ

© 2022 г. Л. Н. Андреичева*

*Институт геологии им. акад. Н.П. Юшкина Коми научного центра УрО РАН,
ул. Первомайская, 54, Сыктывкар, 167982 Россия*

**e-mail: andreicheva@geo.komisc.ru*

Поступила в редакцию 22.03.2021 г.

После доработки 22.03.2021 г.

Принята к публикации 28.12.2021 г.

Обобщены результаты многолетних исследований состава тяжелых минералов в основных моренах неоплейстоцена, выполненных по единой методике в многочисленных разрезах на территории Европейской Субарктики России. Тяжелая фракция морен формировалась за счет материала различных питающих ледниковых провинций трех классов: удаленных, транзитных и местных. При активизации динамики ледника и возрастании экзарационной деятельности материкового льда определяющее воздействие на состав морен оказывали локальные особенности подстилающих пород. Установленные возрастные и пространственные тенденции закономерной изменчивости минерального состава разновозрастных горизонтов морен, с учетом других литологических данных, позволили достоверно выявить их стратиграфическую принадлежность.

Ключевые слова: неоплейстоцен, квартал, основная морена, минеральный состав, тяжелая фракция, минеральная ассоциация, питающая ледниковая провинция.

DOI: 10.31857/S0024497X22030028

Минеральный состав основных морен и его особенности формируются за счет пород удаленных, транзитных и местных питающих провинций в процессе экзарационно-аккумулятивной деятельности ледника, мелкозем морены представляет собой в некотором смысле “среднюю пробу” пород, сформировавшуюся по пути движения покровного ледника.

В сводном разрезе неоплейстоцена Тимано-Печоро-Вычегодского региона (рис. 1) прослеживаются шесть, визуально не отличающихся друг от друга горизонтов морен, и разделяющие их межморенные отложения различного генезиса [Андреичева, 2002]. На крайнем севере региона рельефообразующей является полярная (осташковская, верхневалдайская) морена. Стратиграфически ниже залегают два средненеоплейстоценовых горизонта морен: вычегодский (московский) и печорский (днепровский), плащеобразно покрывающие территорию Европейской Субарктики России. Почти повсеместно вычегодская и печорская морены выступают на береговых обнажениях и вскрываются скважинами, в отличие от нижненеоплейстоценовой помусовской (окской), которая лишь изредка выходит на дневную поверхность. По материалам наших исследова-

ний, помусовская морена слагает основания единичных береговых разрезов на реках Унье и Елме в верховье р. Печоры и на нижней Печоре (обн. 250-Опытное поле) у с. Усть-Цильма [Андреичева, Марченко-Вагапова, 2007]. Наиболее древние в регионе моренные горизонты — предположительно камский (покровский) и березовский (донской, дзукийский), вскрыты скважинами и автором не изучались. Поэтому характеристика минерального состава неоплейстоценовых морен начинается с помусовского ледникового горизонта. Результаты изучения минерального состава тяжелой фракции морен свидетельствуют о связи разновозрастных моренных горизонтов с разными терригенно-минералогическими провинциями: Северо-Западной и Северо-Восточной.

Для Северо-Западной (Фенноскандинавской) области питания характерен комплекс докембрийских магматических и метаморфических пород, с резким доминированием кислых интрузий, гнейсов, гранитогнейсов, амфиболитов. Подчиненное значение имеют метаморфические образования протерозоя, а также основные и щелочные интрузии. На формирование вещественного состава морен Северо-Западной области питания существенно влияли породы областей транзита

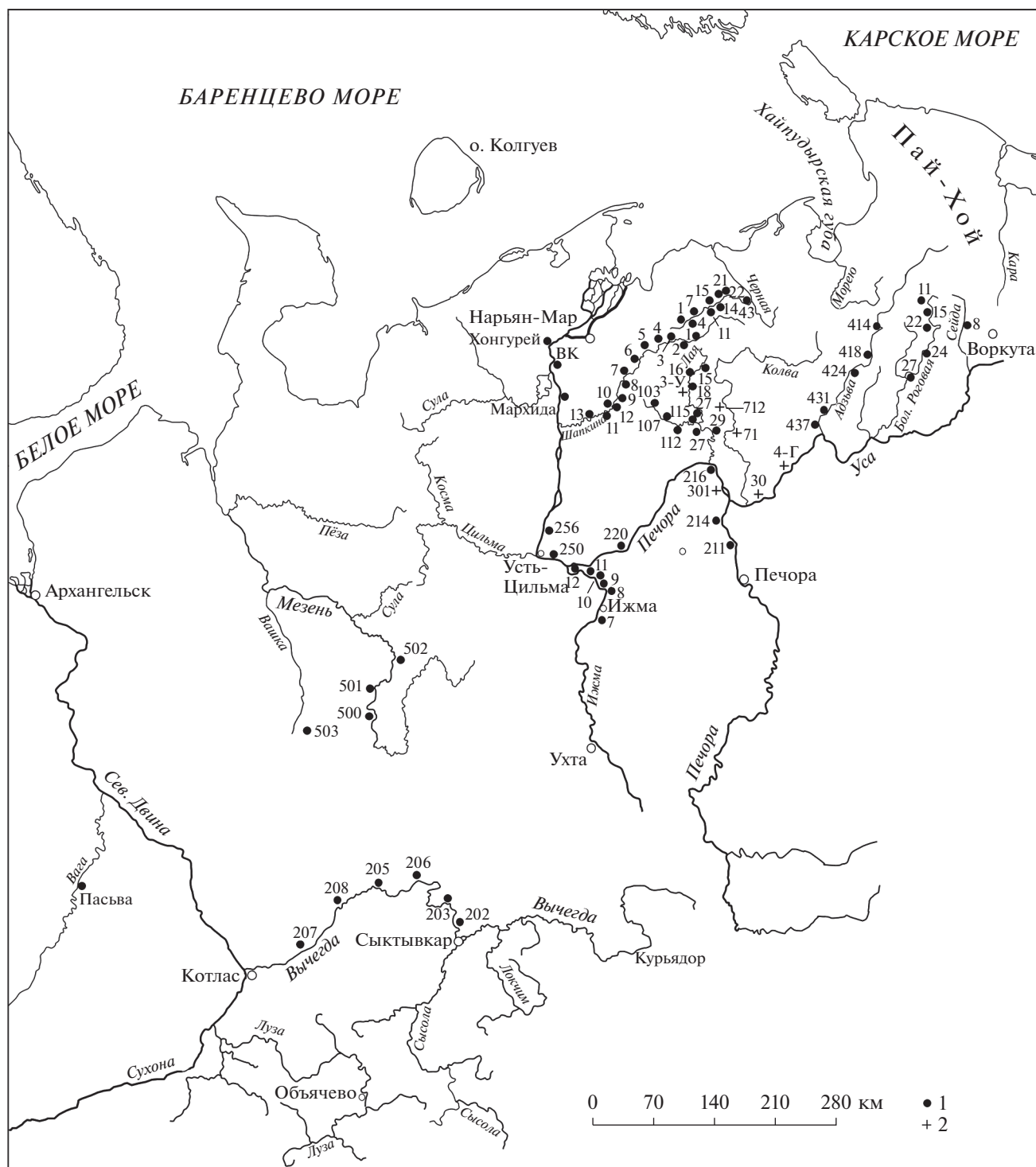


Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов.
1 – обнажения, 2 – скважины.

неоплейстоценовых ледников – Тиманский кряж и п-ов Канин, сложенные, главным образом, палеозойскими туфогенными и полимиктовыми песчаниками, гравелитами, конгломератами, туффитами. Кроме осадочных пород палеозоя, на

Тимане, как известно, широко развиты метаморфические образования рифея: глинистые, слюдисто-кварцевые, биотит-ставролитовые и тальк-хлоритовые сланцы, слаблитифицированные среднедевонские кварцевые песчаники с

высоко устойчивым минеральным комплексом. Руководящими валунами морен, связанных с этой питающей провинцией, являются нефелиновые сиениты, граниты рапакиви, агаты. Квалифицировать эти породы в качестве руководящих валунов позволяет их весьма характерный внешний облик и узкое локальное распространение. В целом для тяжелой фракции фенноскандинавско-тиманского комплекса пород характерен широкий спектр минералов, основными из которых являются амфиболы и гранаты, в меньших количествах содержатся эпидот, рудные, пироксены, циркон, минералы титановой и метаморфической групп, реже встречаются апатит, монацит, щелочные амфиболы [Вишняков, 1958; Кочетков, 1967].

Северо-Восточная (Пай-Хой-Уральско-Новоземельская) терригенно-минералогическая провинция сложена комплексом терригенных и карбонатных пород палеозоя с повышенной (до 50%) концентрацией эпидота в тяжелой фракции. В пределах Полярного и Приполярного Урала значительное распространение имеют магматические породы. Основную роль среди эффузивов играют различные порфириды. Интрузивные породы представлены дунитами, перидотитами, габбро, диоритами, амфиболитами, а также огнейсованными гранитами. В минеральном спектре магматического комплекса Урала установлено высокое содержание рудных минералов, пироксенов, амфиболов, гранатов, циркона, рутила, турмалина, титанита [Батурин, 1947; Фишман и др., 1968; Рябченков, 1965]. Широкое развитие имеют метаморфические породы: разнообразные кристаллические сланцы и кварциты, чередующиеся с кислыми и основными эффузивами и туфогенными образованиями. Характерны также зеленые сланцы с эпидотом и хлоритом.

Таким образом, наиболее значимыми при формировании минералогических спектров, связанных с Северо-Западной терригенно-минералогической провинцией, являются амфиболы и гранаты Фенноскандинавии, а для морен, связанных с Северо-Восточным центром оледенения — минералы группы эпидота-цоизита и ильменит, которые можно рассматривать в качестве породообразующих. Амфиболы, гранаты и эпидот-цоизит имеют руководящее, общерегиональное значение. Акцессорные минералы, входящие в группы титановых (рутил, титанит, лейкоксен) и метаморфических (кианит, ставролит, силлиманит), а также пирит и сидерит, характерные для пород юры, триаса, реже перми и колвинской свиты нижнего неоплейстоцена, имеют локальное значение, определяя минералогические спектры основных морен на отдельных участках.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты изучения минерального состава морен являются достаточно информативными и достоверными для определения их стратиграфической приуроченности и корреляции, поскольку вещественный состав морен, и в частности, минеральный, тесно связан с составом подстилающих пород. Надо сказать, что для решения этой проблемы на территории Европейской Субарктики России нами применялся комплекс различных аналитических методов изучения четвертичных отложений, как моренных, так и межморенных, результаты которых, как правило, подтверждали друг друга.

Минеральный состав определялся во фракции 0.25–0.1 мм, которая составляет наиболее значительную часть моренного мелкозема и поэтому наиболее полно отражает состав ледниковых питающих провинций (удаленных, транзитных и местных).

В процессе предварительной подготовки проб для проведения минералогического анализа из двухсотграммовой навески моренных отложений отмывалась фракция менее 0.01 мм. Оставшаяся часть пробы разделялась на гранулометрические фракции, которые далее подвергались разделению в бромформе, магнитной сепарации, взвешивались и затем изучались под бинокуляром, в иммерсионных препаратах, при необходимости уточнения диагностики минералы исследовались фотометодом (Герасимов и др., 1975) и на сканирующем электронном микроскопе фирмы JEOL (модель JSM-6400) в ЦКП “Наука” Института геологии Коми НЦ УрО РАН.

Общее содержание тяжелых минералов рассчитывалось в процентах от веса породы — фракции 0.25–0.1 мм, а процентные содержания каждого минерала в тяжелой фракции — в процентах от общего веса тяжелой фракции, то есть в массовых процентах (мас. %).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Помусовская (Q_1^{6pt}) морена

Состав тяжелых минералов в помусовском ледниковом горизонте меняется на площади (табл. 1). На нижней Печоре (обн. 250-Опытное поле) в тяжелой фракции помусовской морены, составляющей 0.40%, доминируют эпидот и гранат, на которые приходится соответственно 41% и 15%. Амфиболы содержатся в количестве 10%, ильменит — 4%. Содержание титановых минералов (рутил, титанит, лейкоксен) в тяжелой фракции составляет 6%. Пирит и сидерит присутствуют в подчиненных количествах — по 3%. В единичных знаках отмечается самородное серебро, что может указывать на движение помусовского

Таблица 1. Средний минеральный состав тяжелой фракции помусовской морены Европейского Северо-Востока России

Местоположение изученных разрезов (в долинах рек)	нижняя Печора	Лая	средняя Печора	Колва
Выход тяжелой фракции (ВТФ), мас. %	0.40	0.26	1.16	0.80
Магнетит	0	4.8	0.1	0.1
Гематит	0	0.2	0.1	0
Ильменит	4.3	7.1	8.9	7.4
Эпидот	40.5	40.7	29.8	19.5
Амфибол	9.6	11.6	5.2	6.5
Гранат	14.6	11.6	23.3	14.1
Пирит	2.8	2.5	6.3	12.7
Сидерит	2.8	8.7	8.1	24.2
Циркон	0.2	0.5	1.1	1.5
Рутил	0.2	1	0.6	0.6
Титанит	1.9	3.3	4.6	2.5
Лейкоксен	4.2	2.3	6	1.8
Кианит	1.7	1	1.6	0.3
Ставролит	0.8	1.6	1.5	0
Силлиманит	0.1	0.8	0.2	0
Турмалин	2.4	0.7	0.8	0.6
Апатит	0.7	1.5	1.2	1.5
Пироксен	0	0	0.1	0
Лимонит	12.5	0	0	0
Серебро	Ед. зн.	0	0	0
Всего тяжелых минералов	99.3	99.9	99.5	93.3

Примечание. Ед. зн. — единичные зерна (знаки) минерала.

покровного ледника в юго-восточном направлении. В морену оно поступало, по-видимому, из месторождения цветных металлов — меди, золота и серебра, находящегося в 70–80 км к северо-западу от с. Усть-Цильма и известного еще со времен Ивана Грозного [Иевлев, 2014].

Весьма сходная минеральная ассоциация, но при более низком (0.26%) содержании тяжелой фракции в породе, характерна для помусовской морены бассейна р. Лаи (скв. 3-У, центр Большеземельской тундры). Минералы группы эпидота-циозита, как и в обн. 250, составляют в среднем 41%. На долю амфиболов и гранатов приходится по 12%, титановых минералов — 7%, метаморфических, включающих кианит, ставролит и силлиманит — 3.4%. В отличие от нижней Печоры, в помусовской морене этого района присутствует магнетит (5%), и в значительном количестве сидерит (9%).

Восточнее — в скв. 301-Кушшор на средней Печоре и в долине р. Колвы в скв. 71, выход тяжелой фракции в помусовской морене существенно выше и составляет 1.16–0.80%, но сокращается

содержание эпидота (до 30–20%) и амфиболов (до 5–7%). В тяжелой фракции морены на р. Колве резко возрастает суммарная концентрация пирита и сидерита — до 37%, тогда как в скв. 301-Кушшор в морене до 23% увеличивается количество гранатов и до 11% повышается роль группы титановых минералов, что связано с высоким содержанием лейкоксена — 6%.

Известно, что вещественный состав нижних горизонтов морен в значительной степени формируется за счет состава пород ледникового ложа, особенно при активной экзарационной деятельности материкового льда. Поэтому отчетливое понижение содержания амфиболов с запада на восток закономерно отражает ее связь на большей части изученной территории с подстилающими породами апта и альба, которые характеризуются эпидот-амфиболовой минеральной ассоциацией [Андреичева, 1992]. Обогащение тяжелой фракции помусовской морены пиритом и сидеритом в долине р. Колвы связано, возможно, с усилением динамической активности ледника, обусловив-

шей ассимиляцию этих минералов из мезозойских отложений [Кравец, 1966].

Печорская (Q_{II}^2) морена

Состав тяжелой фракции печорской морены также характеризуется площадной изменчивостью (табл. 2), отражая особенность минерального состава пород удаленных, транзитных и местных питающих провинций. Минимальный средний выход тяжелой фракции в регионе присутствия печорской морены из береговых обнажений на р. Адзье – 0.41%, максимальный – 0.86%, печорской морене на р. Сейде. Основная минеральная ассоциация морены представлена эпидотом, гранатами, амфиболами, пиритом, сидеритом и ильменитом. На отдельных участках региона возрастает роль титановых минералов, чаще всего, за счет увеличения количества лейкоксена, иногда повышено суммарное содержание группы метаморфических минералов.

В долине р. Черной (обн. 21) выход тяжелой фракции в печорской морене составляет 0.65%. Представлена она гранат (11%)–эпидот (14%)–пирит (19%)–сидеритовой (27%) ассоциацией с подчиненным содержанием других минералов, среди которых на долю амфиболов приходится 8%, на титановые минералы – 6%. Все остальные присутствуют в количествах, не превышающих первые проценты (ильменит, гематит, пироксен, апатит, лимонит), либо составляют менее 1% (рутил, ставролит, кианит, силлиманит, франколит, гетит).

Юго-западнее, в бассейне р. Шапкиной (обн. 6), печорский горизонт зафиксирован лишь в одном разрезе, где морена характеризуется сидерит (10%)–гранат (21%)–эпидотовой (29%) ассоциацией тяжелых минералов, составляющих 0.58%. Повышены содержания амфиболов (9%) и ильменита (7%), а пирит присутствует в незначительном количестве – 3%.

Содержание тяжелой фракции в печорской морене в долинах рек Лаи (обн. 15, 16, 27) и Серчейю (обн. 103, 107, 112, 115) в среднем составляет 0.50%, представлена она довольно устойчивой амфибол (11%)–сидерит (11%)–гранат (18%)–эпидотовой (32%) ассоциацией минералов, титановых минералов – 8%, ильменита – 7%, пирит содержится в небольшом количестве – 6%.

Выход тяжелой фракции из печорской морены нижней Печоры (обн. 256) составляет 0.51%, минеральная ассоциация сходна с таковой на р. Шапкиной – сидерит (10%)–гранат (20%)–эпидотовая (28%), с содержанием пирита 8%, ильменита и амфиболов – по 7%.

Тяжелая фракция печорской морены на р. Колве (скв., 71 и 712) составляет 0.72%, сложена она сидеритом (28%), эпидотом (24%), пиритом (12%) и амфиболами (10%) и характеризуется

довольно низкими концентрациями гранатов (8%) и ильменита (4%), суммарное содержание титановых минералов понижено до 4%.

Юго-восточнее, в низовье р. Усы (скв. 4-Г), тяжелая фракция печорской морены, составляет 0.67%, и для нее характерна совершенно иная минеральная ассоциация – сидерит (10%)–гранат (13%)–пирит (23%)–эпидотовая (25%) с более высоким, чем на р. Колве, суммарным содержанием титановых минералов (12%). Амфиболы присутствуют в аномально малых количествах – 0.5%. В данном случае минеральный состав печорской морены отражает особенности подстилающих морену мезозойских пород, для которых характерны низкое содержание гранатов и повышенные концентрации пирита, сидерита и лейкоксенов (11%), значительное количество последнего обеспечивает относительно высокую концентрацию минералов титановой группы в целом. Весьма малое содержание амфиболов объясняется практически полным их отсутствием в подстилающих породах мезозоя.

В береговых обнажениях р. Ижмы (обн. 7, 8, 9, 10 и 11) тяжелая фракция печорской морены представлена сидерит (9%)–амфибол (15%)–эпидот (19%)–гранатовой (20%) ассоциацией тяжелых минералов. Содержание пирита в среднем составляет 8%, в отдельных пробах количества пирита и сидерита соответственно достигают 24% и 23%, ильменит содержится в количестве 8%, иногда его концентрация повышается до 17%. Выход тяжелой фракции из печорской морены составляет 0.58%.

На междуречье Мезени и Вашки (обн. 501) печорская морена содержит 0.71% тяжелых минералов, составляющих пирит (11%)–эпидот (11%)–гранат (13%)–сидеритовую (24%) минеральную ассоциацию с аномально высокими для морены содержаниями кианита (5%) и апатита (6%). В сравнении с печорской мореной других районов Европейского Северо-Востока России количество метаморфических минералов здесь повышено до 8%.

В бассейне р. Адзье печорская морена выходит на поверхность только в нижнем течении реки и была изучена в двух разрезах (обн. 431 и 437). Состав тяжелых минералов изменчив. В первом разрезе тяжелая фракция морены составляет 0.34% и представлена ильменит (11%)–амфибол (11%)–гранат (19%)–эпидотовой (34%) ассоциацией с высоким содержанием титановых минералов – 10%. В другом разрезе в морене содержится 0.48% тяжелых минералов, и слагают они амфибол (11%)–пирит (11%)–сидерит (18%)–эпидотовую (21%) ассоциацию; количество ильменита составляет 9%, гранатов – 9% и титановых минералов – 8%. Эти различия в составе тяжелых ми-

Таблица 2. Средний минеральный состав тяжелой фракции печорской морены на Европейском Северо-Востоке России

Местоположение изученных разрезов (в долинах рек)	Черная	Шапкина	Лая	нижняя Печора	Колва	Уса	Ижма	Междуречье Мезени и Вашки	Адзья	Сейда	средняя Печора	Вычегда
Выход тяжелой фракции (ВТФ), мас. %	0.65	0.58	0.50	0.51	0.72	0.65	0.58	0.71	0.41	0.86	0.45	0.73
Магнетит	Ед. зн.	1.4	0.4	0.1	0.8	1.2	0.3	0.8	0.2	0.3	0.2	0.6
Гематит	1.5	0.4	0.3	0	1.6	0	0	0.7	0	0.5	0	0.3
Ильменит	2.6	6.9	6.9	6.9	4.4	4.9	7.9	6.3	10	5.8	7.3	8.3
Эпидот	14	28.7	31.9	27.9	24.7	24.9	19.4	11.1	27.1	26.3	32.5	30
Амфибол	8.2	9.4	10.6	6.6	10.2	0.5	14.7	7.3	10.9	3.2	9.3	11.4
Гранат	11.4	21	17.7	19.9	7.7	13.2	20.2	13.4	13.9	5.1	14.2	15.7
Пирит	19.4	3.1	5.5	8.1	11.8	22.8	8.5	10.6	6.2	27.3	5.8	7.2
Сидерит	27.3	10	10.8	9.6	28.4	9.5	8.8	24.3	10.3	22.4	16.6	8.3
Циркон	0.1	3.1	1	1.2	0.7	Ед. зн.	3.3	0.9	1.1	2.3	0.7	0.7
Рутил	0.1	0.4	0.6	0.4	0.3	Ед. зн.	0.9	1.1	0.6	0.6	0.3	0.8
Титанит	2.7	1	3.2	3.4	1.7	0.4	2.1	1.9	2.2	0.9	2.2	2.5
Лейкоксен	3.5	2.9	3.8	3.5	1.9	11.3	2.2	2.1	6.1	2.8	3.5	3.9
Кианит	0.4	1.2	1.2	1.3	0.6	2.3	2.8	5.4	1.3	0.7	1.4	3.3
Ставролит	0.3	0.2	1.2	1.9	0.3	0.8	1	2.8	1.8	0.1	1.1	1.9
Силлиманит	0.2	0	0.3	0.4	0	0.2	0.2	0	0.3	0	0.2	0.1
Турмалин	Ед. зн.	0.7	1.4	1	0.4	Ед. зн.	1.1	1.6	0.8	0.5	1	1.1
Апатит	2	0.9	1.7	2.2	0.8	1.1	2.9	5.7	0.6	0.4	1.2	0.6
Пироксен	1.3	1.4	0	0	1.6	Ед. зн.	1.4	1	0.3	0.6	0	0.6
Лимонит	4	5.7	1.5	3.9	0.7	Ед. зн.	1.8	2.3	3.1	0.2	1.6	2
Всего тяжелых минералов	99	98.4	100	98.3	98.6	94.1	99.5	99.3	96.8	100	99.1	99.4

нералов печорской морены могут быть связаны как с особенностями минерального состава местных подстилающих юрских пород, так и гравийно-песчаных отложений триаса, развитых северо-восточнее, на пути следования ледника, и свидетельствуют о его динамической активности. В тяжелой фракции пород субстрата преобладают минералы группы эпидота—цоизита и довольно обычным является повышенное содержание пирита и сидерита. На активную гляциодинамику печорского ледника и его экзарационную деятельность указывает и наличие в морене многочисленных крупных и мелких отторженцев и ксенокластов мезозойских и четвертичных пород.

На р. Сейде печорская морена характеризуется сидерит (22%)—эпидот (26%)—пиритовой (27%) ассоциацией тяжелых минералов. В составе тяжелой фракции понижены содержания гранатов (5%) и амфиболов (3%), но повышена суммарная концентрация пирита и сидерита, что связано, скорее всего, с активной экзарацией печорского ледника и ассимиляцией мезозойских пород, развитых к северу от бассейна р. Сейды. Выход тяжелой фракции — самый высокий для печорской морены исследуемой территории, и составляет 0.86%.

На средней Печоре (обн. 211 и 214, скв. 301) содержание тяжелых минералов в морене существенно ниже — 0.45%. В минеральной ассоциации преобладает эпидот, достигая 32%; сидерит составляет 17%, гранат — 14%. Количество амфиболов, ильменита и пирита понижены, в среднем на каждый из них приходится соответственно 9, 7 и 6%, суммарное содержание титановых минералов невысоко — 6%.

В южной части региона — на р. Вычегде (в береговых обнажениях 202, 203, 205, 207 и 208), содержание тяжелой фракции в печорской морене составляет 0.73%; представлена она амфибол (11%)—гранат (16%)—эпидотовой (30%) минеральной ассоциацией. Пирит и сидерит в сумме составляют 16%, ильменита содержится 8%, минералов группы титановых — 7.2%, метаморфических — 5.3%. Пирит и сидерит в печорской морене долины Вычегды присутствуют постоянно; так же как в северных разрезах, сидерит обычно преобладает над пиритом. В отдельных разрезах, изученных в низовье р. Вычегды, суммарная концентрация этих минералов достигает 15–25%, что связано, скорее всего, с влиянием на формирование минерального состава печорской морены пород триаса и юры, обогащенных этими минералами и подстилающих здесь неоплейстоцен.

Площадная изменчивость минерального состава тяжелой фракции среднелепестовых морен проиллюстрирована схемами, составленными с использованием средних содержаний

эпидота, гранатов, амфиболов, пирита и сидерита (рис. 2–6).

На Европейском Северо-Востоке России в тяжелой фракции печорской морены повсеместно доминирует эпидот. В ряде случаев колебания в его содержании обусловлены закономерностями ледникового литогенеза. При анализе распределения эпидота в среднеплейстоценовых моренах выделяются несколько полей с различным его содержанием (см. рис. 2). Максимальная концентрация эпидота (32%) отмечается в разрезах Лаи и средней Печоры, минимальная (11%) — в междуречье Мезени и Вашки. Такое распределение связано с динамикой ледника и отражает влияние местных питающих провинций на минеральный состав морены: в долине р. Лаи источником обломочного материала служила подстилающая помурская морена с повышенным содержанием эпидота, а на средней Печоре — триасовые породы, залегающие под мореной и содержащие до 60% эпидота [Чалышев, Варюхина, 1968].

Содержания амфиболов в печорской морене невысоки: самое значительное — 15%, установлено на р. Ижме, а наиболее низкое на правобережье р. Усы (скв. 4-Г), где оно ничтожно мало и составляет 0.5%, что объясняется полным отсутствием амфиболов в подстилающих породах мезозоя (см. рис. 3).

В береговых обнажениях рек Шапкиной и на нижней Печоре и Ижмы в морене до 20–21% повышено количество гранатов, тогда как в долине р. Сейды оно понижено до 5% (см. рис. 4). Суммарные количества пирита и сидерита в печорской морене также существенно изменяются на площади: от 13% в бассейне р. Шапкиной до 50% в разрезах р. Сейды (см. рис. 5, 6). Тем не менее, характерными особенностями печорской морены на Европейском Северо-Востоке России являются постоянное присутствие пирита и сидерита в составе тяжелой фракции и устойчивая тенденция доминирующей роли сидерита над пиритом. Кроме того, в петрографических шлифах морены наблюдается значительное количество глауконита (до 60 зерен на стандартный петрографический шлиф размером 2 × 4 см), представленного шаровидными изумрудно-зелеными и зеленовато-бурыми зернами с почковидной поверхностью. Пирит, сидерит, а в легкой фракции — глауконит, являются типичными минералами местных мезозойских пород. Анализ минерального состава тяжелой фракции печорской морены указывает на значительное участие в ее формировании отложений триаса, юры, мела, подстилающих образования квартера на территории Тимано-Печоро-Вычегодского региона; а также колвинской свиты нижнего неоплейстоцена [Андреичева, Никитенко, 1989].

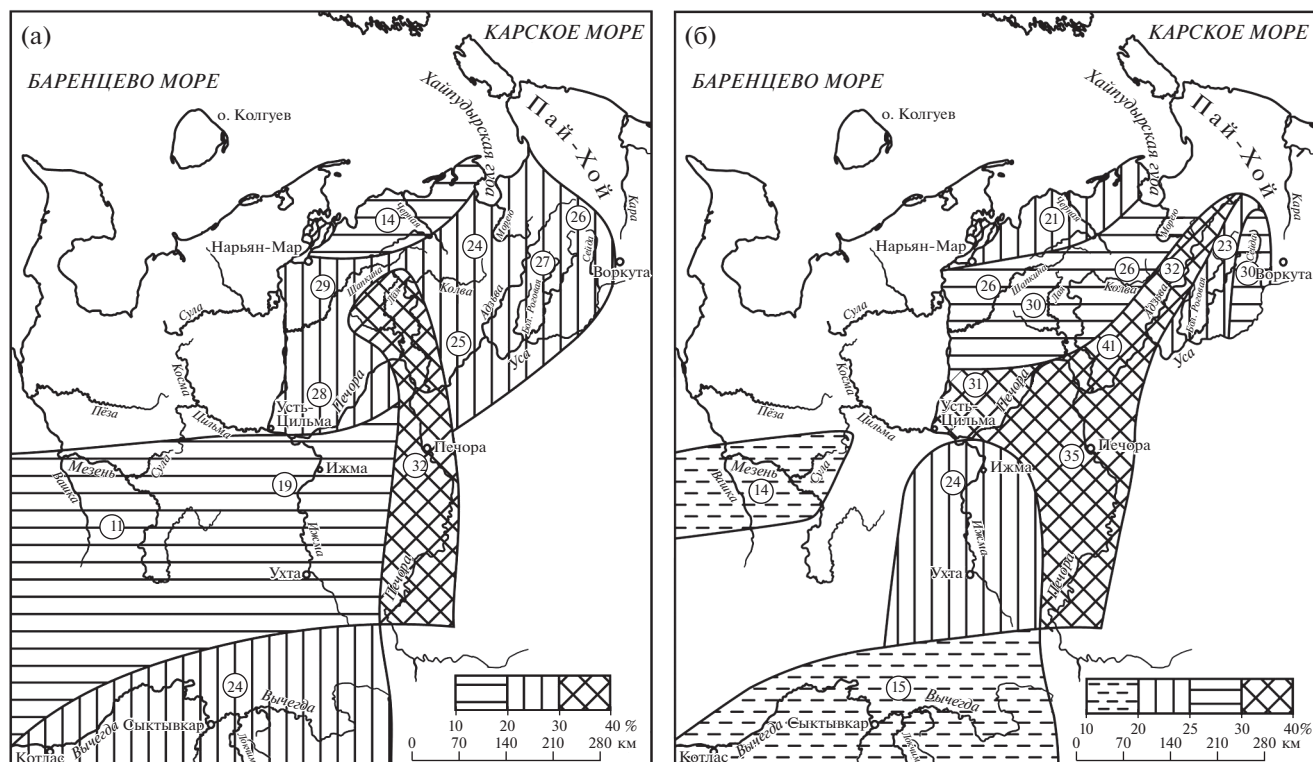


Рис. 2. Содержание эпидота в тяжелой фракции печорской (а) и вычегодской (б) морен.

Вычегодская (Q_{II}^4 вс) морена

Весьма широкое развитие вычегодского ледникового горизонта на рассматриваемой территории обусловило достаточно высокую степень изученности минерального состава вычегодской морены. Тяжелая фракция морены в речных долинах Печорской низменности и на р. Вычегде характеризуется сходными ассоциациями тяжелых минералов (табл. 3), но при этом количественные соотношения минералов изменчивы, иногда даже в пределах одного речного бассейна. Наиболее высокий выход тяжелой фракции отмечен в вычегодской морене бассейна р. Вычегды — 0.95%, а самый низкий характерен для долины р. Ижмы — 0.38%. Распределение тяжелых минералов в вычегодской морене также подчинено определенным закономерностям (см. рис. 2–6).

В береговых обнажениях р. Черной выход тяжелой фракции вычегодской морены составляет 0.66%, и представлена она пирит (10%)—амфибол (11%)—гранат (15%)—эпидот (21%)—сидеритовой (22%) минеральной ассоциацией. Суммарные количества пирита и сидерита различны на двух участках, выделенных в долине р. Черной [Андреичева, 2002], и составляют 33–51% в пределах первого участка — в верхнем течении реки (обн. 1, 4, 7, 11, 12, 15, 17), и 20–26% на втором участке в ее нижнем течении (обн. 14, 20, 21, 22). При этом соотношения их тоже меняются: в верхнем течении

реки они примерно равны, тогда как в нижнем пирит имеет резко подчиненное значение по отношению к сидериту, составляя первые проценты от веса тяжелых минералов.

В разрезах р. Шапкиной (обн. 1–13) тяжелая фракция вычегодской морены сложена амфибол (10%)—сидерит (15%)—гранат (18%)—эпидотовой (26%) минеральной ассоциацией, практически такой же как в морене нижнего течения р. Черной. Содержание тяжелых минералов в породе составляет 0.69%.

В вычегодской морене долины р. Лаи (обн. 18, 27, 103, 107, 112, 115, скв. 3-У) содержание тяжелых минералов 0.55%. Тяжелая фракция представлена амфибол (13%)—гранат (19%)—эпидотовой (30%) минеральной ассоциацией с почти одинаковыми содержаниями ильменита (8.2%) и титановых минералов (8.4%). В вычегодской морене отмечено низкое суммарное содержание пирита и сидерита — 9%.

На нижней Печоре (обн. 250 и 256) для вычегодской морены с выходом тяжелой фракции 0.50% характерна сидерит (13%)—амфибол (13%)—гранат (14%)—эпидотовая (31%) ассоциация тяжелых минералов с содержанием пирита 9%. Количество пирита и сидерита в морене варьируют в разных участках береговых обнажений: иногда в верхней части разреза они ничтожны, но при этом в морене отмечается повышенное содержа-

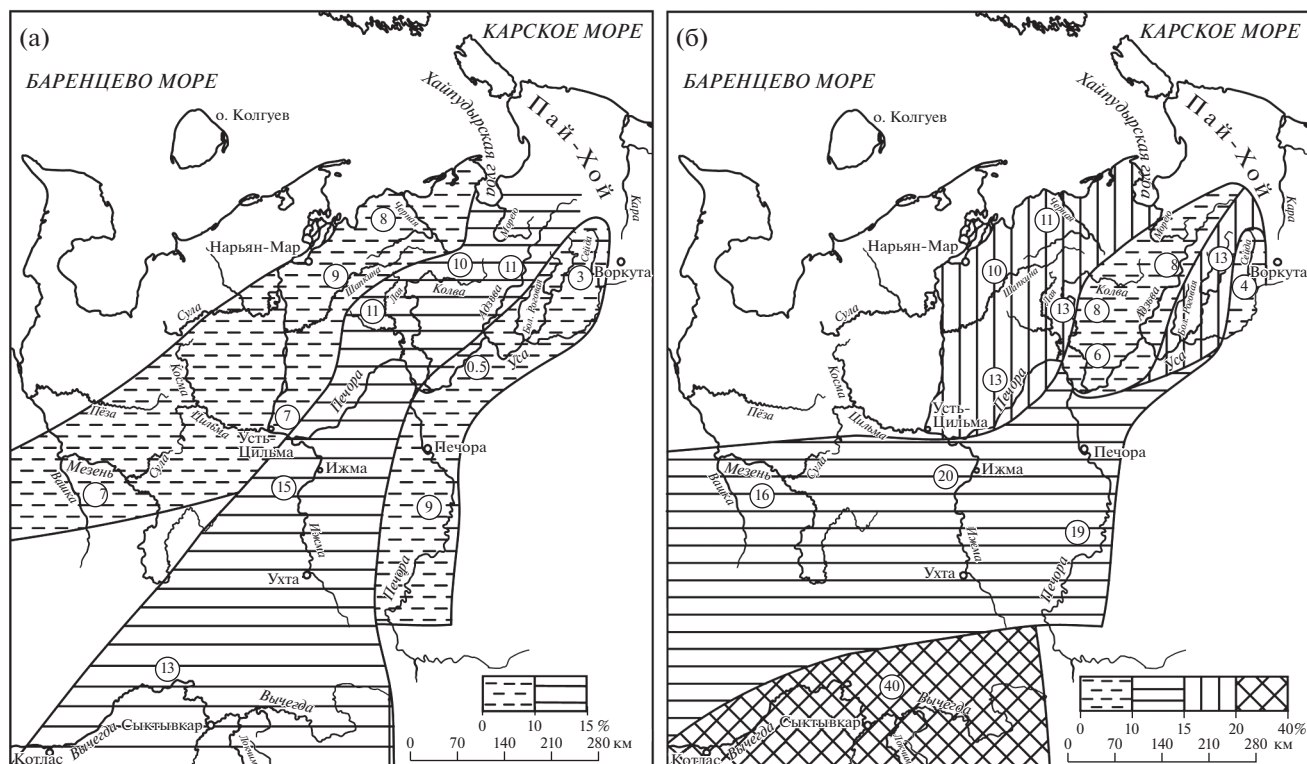


Рис. 3. Содержание амфиболов в тяжелой фракции печорской (а) и вычегодской (б) морен.

ние лимонита, что, по-видимому, обусловлено окислением пирита и сидерита в зоне гипергенеза. В целом, содержание сидерита в вычегодской морене ниже, чем в печорской, а содержание пирита примерно одинаково в обоих горизонтах. Глауконит также присутствует в вычегодской морене, однако его количество примерно в 3–4 раза ниже, чем в печорской морене, и он характеризуется более мелкой размерностью.

В долине р. Колвы (скв. 71 и 712) содержание тяжелой фракции в вычегодской морене несколько ниже, чем в печорской, и составляет 0.59%. Сложена она пирит (11%)–гранат (12%)–сидерит (18%)–эпидотовой (26%) минеральной ассоциацией. В небольших количествах в ней содержатся амфиболы и ильменит (8 и 6% соответственно).

Восточнее, в нижнем течении р. Усы (скв. 4-Г) в вычегодской морене уменьшается содержание тяжелой фракции (до 0.43%), и в ее составе преобладают два минерала: эпидот – 41% и гранаты – 18%. Количество сидерита не превышает 5%, пирита – 3%, отмечается крайне низкое содержание амфиболов – 6%.

В береговых обнажениях р. Ижмы (обн. 7, 8, 11, 12) тяжелая фракция (0.38%) вычегодской морены представлена амфибол (20%)–эпидот (24%)–гранатовой (26%) минеральной ассоциацией. Для нее характерна относительно высокая концентрация ильменита – 9% (в отдельных разрезах до

12%); минералов группы титановых содержится 7%, группы метаморфических – 4%; пирит и сидерит отсутствуют.

На междуречье Мезени и Вашки (обн. 501) содержание тяжелой фракции в вычегодской морене составляет 0.58%; представлена она сидерит (11%)–пирит (13%)–эпидот (15%)–амфибол (16%)–гранатовой (17%) минеральной ассоциацией. Так же как в печорской морене довольно существенно содержание метаморфических минералов (8%) за счет значительного количества кианита – до 5%; апатита содержится до 4%. Для вычегодской морены характерны заметно более высокие, по сравнению с печорской мореной, содержания эпидота, амфиболов и гранатов (см. рис. 2–4), в отдельных образцах амфиболы составляют 28%, гранаты – 22%.

На крайнем северо-востоке европейской части России – в долинах рек Адзвы, Бол. Роговой и Сейды, вычегодская морена имеет широкое развитие. Особенностью этой морены является высокое содержание в тяжелой фракции эпидота и гранатов (см. рис. 2, 4), что обусловлено влиянием уральских зеленокаменных и метаморфизованных гранатсодержащих пород, а также терригенных отложений верхней перми, широко развитых в бассейнах рек Бол. Роговой и Сейды и содержащих в тяжелой фракции до 60% минера-

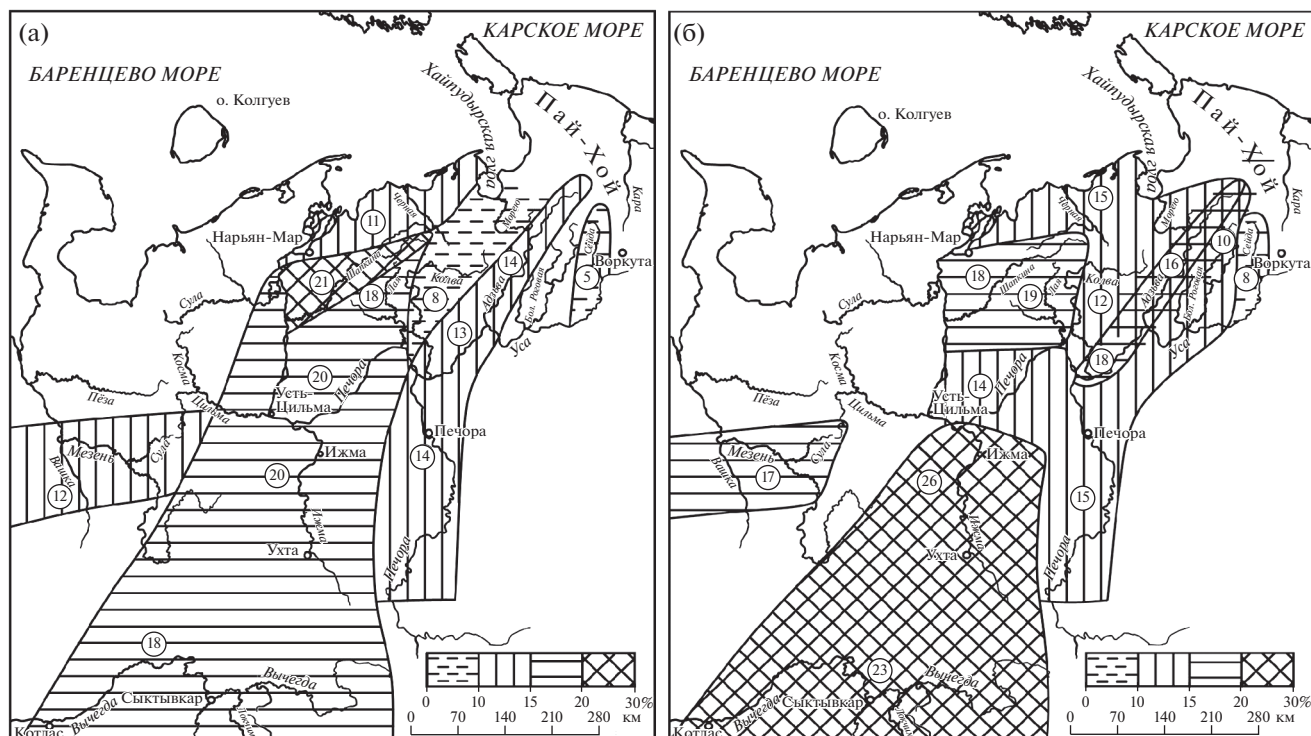


Рис. 4. Содержание гранатов в тяжелой фракции печорской (а) и вычегодской (б) морен.

лов группы эпидота-цоизита [Чалышев, Варюхина, 1968].

В верхнем течении р. Адзвы (обн. 414 и 418) выход тяжелой фракции из вычегодской морены составляет 0.74%. Доминирующим минералом является сидерит – 28%, что связано, вероятно, с ассимиляцией ледником транзитных пород верхне-триаса, обогащенных сидеритом и сидеритовыми стяжениями. В тяжелой фракции морены эпидот составляет 26%, гранаты – 14%, содержание амфиболов в среднем понижено до 6%, пирита – до 3%. Группа титановых минералов составляет 9%, в составе группы заметно повышена доля лейкоксена – 5%. В нижнем течении реки (обн. 424, 431 и 437) количество тяжелых минералов в морене более низкое – 0.51%, минеральный состав тяжелой фракции довольно устойчив: преобладают эпидот (36%) и гранаты (17%), амфиболы и ильменит содержатся в равных количествах (по 11%). Группа титановых минералов составляет 11%, среди них также доминирует лейкоксен – 8%. Значительное содержание этих минералов можно объяснить переотложением из средне- и верхнеюрских пород, где они присутствуют в значительных количествах [Кравец, 1966; Андреичева, 1994].

В береговых обнажениях (11, 22, 27) р. Бол. Роговой тяжелая фракция в вычегодской морене составляет 0.53% и представлена гранат (10%)–сидерит (12%)–амфибол (13%)–пирит (14%)–эпи-

дотовой (23%) минеральной ассоциацией. Так же как в разрезах р. Адзвы морена обогащена титановыми минералами – в среднем до 8%, в отдельных разрезах – до 12% за счет повышенного содержания лейкоксенов. Суммарное количество пирита и сидерита в морене на изученном отрезке реки составляет в среднем 26%.

Восточнее, в бассейне р. Сейды, содержание тяжелых минералов в вычегодской морене достигает 0.76%. В тяжелой фракции доминирует эпидот – 30%, пирит и сидерит содержатся в равных количествах – по 15%, доля ильменита – 11%, титановых минералов – 8%, и лишь около 4% составляют амфиболы.

Содержание тяжелой фракции в вычегодской морене средней Печоры (обн. 211, 214, скв. 301) невысоко – 0.41%. Сложена она гранат (15%)–амфибол (19%)–эпидотовой (35%) минеральной ассоциацией. Содержания пирита и сидерита понижены соответственно до 2 и 4%. Довольно значительная концентрация титановых минералов (8%) обусловлена повышенным содержанием лейкоксенов (4%) и титанита (3%).

На юге Тимано-Печоро-Вычегодского региона вычегодская морена в береговых обнажениях (202, 203 и 206–208) р. Вычегды характеризуется наиболее высоким в регионе выходом тяжелой фракции (0.95%), которая представлена эпидот (15%)–гранат (23%)–амфиболовой (40%) минеральной ассоциацией. По сравнению с печорской

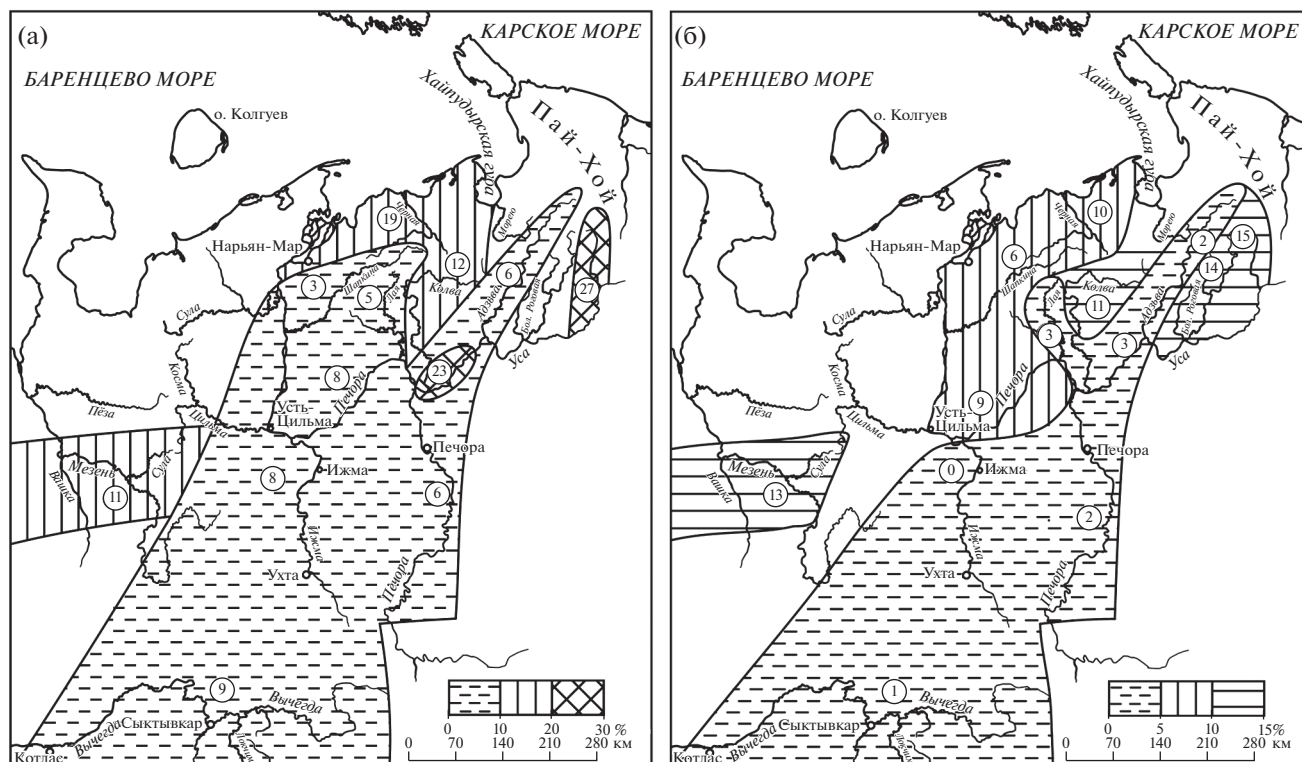


Рис. 5. Содержание пирита в тяжелой фракции печорской (а) и вычегодской (б) морен.

мореной среднее содержание эпидота понижено, а амфиболов – существенно повышено (до 52% тяжелой фракции). Концентрация гранатов в вычегодской морене также превышает таковую в печорском моренном горизонте (см. рис. 4). Пирит и сидерит составляют доли, реже единичные проценты от веса тяжелой фракции. Резкие различия печорской и вычегодской морен по составу тяжелых минералов, выдержанность этих различий в пределах значительной площади свидетельствуют о том, что особенности минерального состава тяжелой фракции морен имеют важное стратиграфическое и палеогеографическое значение.

Полярная (Q_{III}^4) морена

Полярный ледниковый горизонт распространен только на севере района исследований, где формирует рельеф дневной поверхности. В долине р. Черной (обн. 1, 3, 5, 7, 17, 15, 21, 22) тяжелая фракция полярной морены, составляющая в среднем 0.64% от веса породы, представлена амфибол (11%)–пирит (10%)–гранат (14%)–эпидот (19%)–сидеритовой (24%) минеральной ассоциацией (табл. 4). Для полярной морены характерны высокие суммарные содержания пирита и сидерита, варьирующие в разных обнажениях от 37 до 45%, и практически во всех разрезах сидерит доминирует над пиритом. В полярной морене

р. Черной установлены самые высокие концентрации пирита и сидерита на северо-западе Тимано-Печоро-Вычегодского региона. Кроме того, в северо-восточной части изученного отрезка реки (обн. 21 и 22) содержание ильменита в тяжелой фракции повышается до 8–12% по сравнению с обычно невысокими концентрациями этого минерала в полярной морене региона. Количество амфиболов и гранатов варьирует, однако в образцах морены из обнажений в среднем течении р. Черной содержание гранатов довольно значительно и составляет 16–25%. Вероятно, с повышенными концентрациями этих минералов связан и резко возросший здесь выход тяжелой фракции (0.94–1.20%), тогда как выше по течению он не превышает 0.40–0.60%.

В береговых обнажениях нижнего течения р. Печоры (Вастьянский Конь, Куя, Хонгурей и Мархида) выход тяжелой фракции в полярной морене изменяется от 0.68 до 1.08%. В обн. Вастьянский Конь (ВК) тяжелые минералы в морене содержатся в количестве 0.68%, образуя сидерит (10%)–амфибол (12%)–гранат (20%)–эпидотовую (27%) минеральную ассоциацию. В разрезах р. Куи содержание тяжелых минералов составляет 0.70%, здесь они также образуют сидерит (13%)–амфибол (14%)–гранат (18%)–эпидотовую (21%) ассоциацию; количество пирита – 8%, ильменита – 6%, содержание апатита повышено до 4%. Подоб-

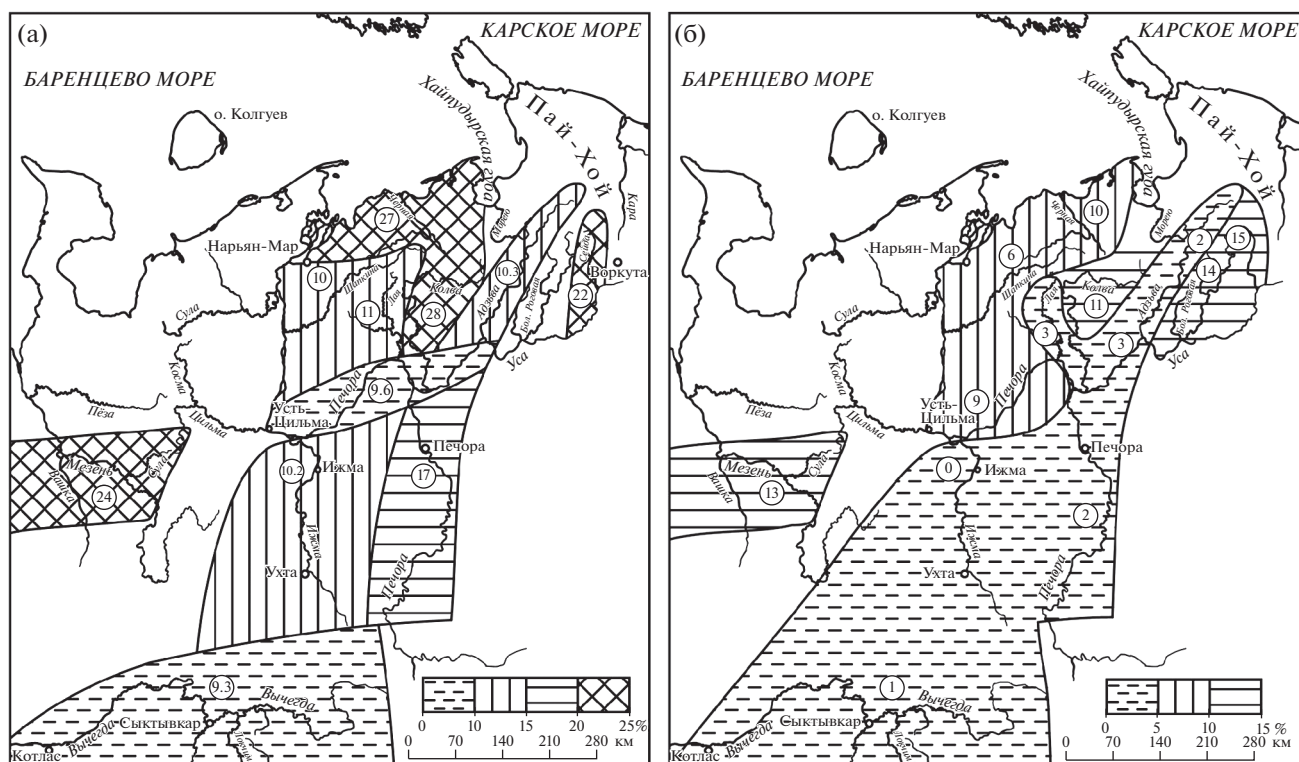


Рис. 6. Содержание сидерита в тяжелой фракции печорской (а) и вычегодской (б) морен.

ная ассоциация тяжелых минералов, составляющих 0.71%, отмечается в полярной морене обнажения Хонгурей. Здесь доминируют эпидот (22%), гранаты (18%) и амфиболы (16%), практически в равных долях содержатся пирит и сидерит, суммарное их количество не превышает 13%. Более 4% составляет апатит, концентрация пироксенов повышена до 6%. Наиболее высокий выход тяжелой фракции (1.08%) характерен для полярной морены обнажения Мархида. Тяжелые минералы образуют здесь такую же ассоциацию, как и в полярной морене других районов крайнего севера региона: в ее составе доминируют эпидот – 27%, гранаты – 17% и сидерит – 14%. Основное отличие связано с заметно повышенным содержанием ильменита (до 9%) и метаморфических минералов (до 7%), тогда как концентрация амфиболов, напротив, понижена до 7%.

Количество тяжелых минералов в мелкопесчаной фракции полярной морены бассейна р. Шапкиной (обн. 1, 2, 12, 13) изменяется в пределах 0.50–0.81%, а в верховье реки (обн. 4) снижается до 0.21%. Несмотря на то, что направление преимущественной ориентировки удлиненных обломков пород и результаты изучения петрографического состава валунно-галечного материала в полярной морене верхнего течения р. Шапкиной указывают на ее формирование за счет материала, поступавшего из Северо-Восточной терригенно-

минералогической питающей провинции, а в нижнем течении реки – за счет материала из Фенноскандинавского центра оледенения, минеральный состав тяжелой фракции в морене верховья и низовья р. Шапкиной проявляет близкое сходство. Вероятно, это объясняется стабильным минеральным составом подстилающей вычегодской морены, оказавшей определяющее влияние на формирование минерального состава полярной морены. Тяжелые минералы образуют амфибол (12%)–сидерит (15%)–гранат (16%)–эпидотовую (23%) ассоциацию, аналогичную установленной в морене бассейна р. Черной. Содержание пирита в тяжелой фракции полярной морены на р. Шапкиной составляет 8%, и в большинстве изученных разрезов сохраняется доминирующая роль сидерита. Однако суммарное количество пирита и сидерита здесь существенно ниже, чем в тяжелой фракции полярной морены в бассейне р. Черной и на нижней Печоре.

Выход тяжелых минералов в полярной морене долины р. Адзвы (обн. 403, 404, 414, 418) составляет 0.61% и количественные их соотношения довольно стабильны. В тяжелой фракции преобладает эпидот – 21%, содержание сидерита – 18%, пирита – 15%, гранатов – 12%, амфиболов – 9%. В составе ассоциации существенна доля минералов группы титановых – 11%, среди которых доминирует лейкоксен (8%). Суммарная концентрация

Таблица 3. Средний минеральный состав тяжелой фракции вычегодской морены на Европейском Северо-Востоке России

Местоположение изученных разрезов (в долинах рек)	Черная	Шапкина	Лая	нижняя Печора	Колва	Уса	Ижма	Междуречье Мезени и Вашки	Адзья	Бол. Ротовая	Сейда	средняя Печора	Вычегда
Выход тяжелой фракции (ВТФ), мас. %	0.66	0.69	0.55	0.50	0.59	0.43	0.42	0.58	0.60	0.53	0.76	0.41	0.95
Магнетит	0.5	0.9	0.4	0.2	0.8	Ед. зн.	0.4	0.7	0.4	0.6	0.6	0.5	0.8
Гематит	0.9	0.4	0.1	0	0.1	0	8.9	2.4	0.1	0	0.4	0	1.1
Ильменит	3.6	6.4	8.2	3.9	6	2.5	24.3	7.6	9.2	8.6	11.1	4.7	3
Эпидот	20.6	26.1	30.3	30.7	25.8	41.2	24.3	14.5	32.1	22.9	30.3	35	15.1
Амфибол	11	10.1	13.1	12.8	8.1	5.7	17.8	16.3	8.5	13	3.6	18.7	39.7
Гранат	14.9	18	19.3	14.3	12	17.5	25.3	16.7	15.6	10.4	7.5	14.7	23.4
Пирит	9.7	6.5	2.9	9.1	10.5	3.1		12.7	1.7	14.5	15.1	2.4	1.4
Сидерит	22.3	15.1	6.3	12.7	18	5.2		10.9	12.9	11.6	14.8	4.4	0.8
Циркон	0.7	2.9	0.9	0.4	0.2	Ед. зн.	2.1	1.2	1.5	1.7	4.6	0.7	0.8
Рутил	0.3	0.5	0.5	0.3	0.2	0.1	0.8	1.4	0.6	0.8	0.9	0.3	0.4
Титанит	2	1.8	3.7	2	0.6	0.2	2.4	1.7	3.5	1.6	0.9	2.9	1.5
Лейкоксен	1.8	3.2	4.2	3.4	2	3.6	3.2	2.5	6.6	5.8	5.9	4.4	1.4
Кианит	2.1	2.1	1.2	2	1.4	4.1	3.3	4.9	1.2	1.9	0.4	1.8	3.4
Ставролит	1	0.4	1.2	1.8	0.6	1.1	0.9	2.8	1.1	0.3	0.1	1.3	1.2
Силлиманит	0.2	0.0	0.2	0.6	0	0		0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1
Турмалин	1.1	0.7	1.3	1.2	1.1	1.8	1.1	1.3	1.3	1.1	0.6	1.2	0.4
Апатит	1.6	1.2	1.8	1.4	3.3	1.5	2.5	4.1	1	2.4	0.9	1.7	1.1
Пироксен	1.4	1.5	0.3	0	0.4	Ед. зн.	1.4	2.7	0.5	1.9	1	0.3	1.6
Лимонит	3.1	1	3.8	2.8	1.6	0.3	2.7	4.4	1.2	0.6	0.4	4.2	2
Всего тяжелых минералов	98.8	98.8	99.7	99.6	92.7	87.9	97.1	99.8	99.1	99.8	99.2	99.4	99.2

Таблица 4. Средний минеральный состав тяжелой фракции полярной морены на Европейском Северо-Востоке России

Местоположение изученных разрезов (в долинах рек)	Черная	ВК	Куя	Хонгурей	Мархида	Шапкина	Адзъва	Бол. Роговая
Выход тяжелой фракции (ВТФ), мас. %	0.64	0.68	0.70	0.71	1.08	0.59	0.61	0.26
Магнетит	0.4	0.4	0.5	0.3	0.4	0.7	0.6	0.7
Гематит	1.2	0.6	1.2	2	0.3	0.2	0.1	0
Ильменит	3.7	6	6.3	5.8	9.1	5	5.1	14.6
Эпидот	18.9	26.9	20.8	21.7	27.1	23.2	21.3	18.8
Амфибол	11.1	12.1	13.6	15.6	7.4	11.5	8.7	9.5
Гранат	13.8	20.4	18	17.7	16.8	16.1	12.3	14.6
Пирит	10.1	5.1	7.7	6.3	6	7.6	14.6	14.8
Сидерит	23.8	9.6	13.1	6.5	14.4	14.8	17.3	13.2
Циркон	0.8	1.5	0.8	1.2	1.5	4.9	1.6	0.6
Рутил	0.3	0.5	1	0.6	0.7	0.4	0.5	0.9
Титанит	1.7	2	3.2	2.7	1.8	2.3	3	1.2
Лейкоксен	2	3	2.3	2.3	2.4	2.9	7.9	2.4
Кианит	2.2	4.3	1.9	3.0	6.4	2.3	1.2	2.7
Ставролит	0.9	0.7	0.6	0.4	0.6	0.7	0.5	0
Силлиманит	0.1	0.1	0	0	0	0	0.2	0
Турмалин	1.2	1.2	0.8	0.9	1.8	0.9	1	0.3
Апатит	1	2.4	3.9	4.3	0.4	1.5	1	3.3
Пироксен	1.3	1.2	2.3	5.9	1.8	2.2	0.7	1.8
Лимонит	4.1	1.1	0.2	2.7	0.6	1.7	2.1	0
Всего тяжелых минералов	98.6	99.1	98.2	99.9	99.5	98.9	99.7	99.4

Примечание. ВК – Вастьянский Конь.

пирита и сидерита в полярной морене долины р. Адзъвы повышена до 32%, в отдельных разрезах достигает 40% тяжелой фракции, при практически одинаковых содержаниях этих минералов.

В бассейне р. Бол. Роговой минеральный состав тяжелой фракции полярной морены изучен в единственном обн. П. Выход тяжелой фракции здесь незначителен, составляя лишь 0.26%, и представлена она амфибол (10%)–сидерит (13%)–ильменит (15%)–гранат (15%)–пирит (15%)–эпидотовой (19%) минеральной ассоциацией. Содержание ильменита в 2–3 раза превышает количество этого минерала в полярной морене других разрезов крайнего севера Тимано-Печоро-Вычегодского региона, что обусловлено близостью источника обломочного материала – Северо-Восточной терригенно-минералогической провинции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований в разных районах Европейского Северо-Востока России, на этой территории выявлена изменчивость минерального состава основных морен, которая обусловлена их формированием за счет материала, поступавшего из разных питающих ледниковых провинций: удаленных, транзитных и местных. Эти различия могут быть использованы в качестве диагностических признаков разновозрастности основных морен при стратиграфическом расчленении ледникового комплекса и проведении пространственной корреляции ледниковых горизонтов.

Формирование помусовской морены связано с Северо-Западной (Фенноскандинавской) терригенно-минералогической провинцией. Влияние местных подстилающих пород на минеральный состав тяжелой фракции этой морены является

определяющим и выражается в обогащении ее пиритом и сидеритом, ассимилированных из аптальбских отложений мезозоя и колвинской свиты нижнего неоплейстоцена. Кроме того, подстилающие породы на большей части территории региона характеризуются эпидот-амфиболовой минеральной ассоциацией, и их участие в формировании состава тяжелой фракции этой морены проявляется в отчетливо выраженной тенденции уменьшения содержания амфиболов с запада на восток.

Во время образования печорской морены покровный ледник продвигался из районов Полярного Урала, Пай-Хоя и Новой Земли – из Северо-Восточной терригенно-минералогической провинции, сложенной породами с высокой концентрацией эпидота в тяжелой фракции (до 50%). Специфическим признаком печорской морены является доминирующая роль эпидота в составе тяжелых минералов. Повышенное до 32% содержание эпидота на средней Печоре отражает влияние местных питающих провинций, которые сложены породами триаса, содержащими до 60% эпидота. Помимо этого, тяжелая фракция печорской морены включает типичные минералы местных подстилающих мезозойских пород – пирит и сидерит, с устойчивым преобладанием сидерита над пиритом. В легкой фракции этой морены постоянно присутствует глауконит (до 60 зерен на стандартный петрографический шлиф).

Формирование вычегодской морены на большей части территории Субарктики Европейской России связано с Северо-Западной терригенно-минералогической провинцией, тогда как на крайнем северо-востоке и востоке региона материал для ее образования поступал с Полярного и Приполярного Урала [Кузнецова, 1971; Андричева, 1992]. В вычегодской морене северо-западной части региона, основу минералогического спектра составляют руководящие минералы Фенноскандинавии и Северного Тимана – амфиболы и гранаты. В долинах рек Адзвы, Бол. Роговой, Сейды и на средней Печоре в вычегодской морене установлено повышенное содержание гранатов и эпидота, что, очевидно, обусловлено поступлением этих минералов из уральских зеленокаменных и метаморфизованных гранатсодержащих пород.

Во время образования полярной морены в пределах распространения поздневалдайского оледенения терригенный материал поставлялся из районов Пай-Хоя–Новой Земли и, вероятно, с шельфов Баренцева и Карского морей. И только на западе региона – в низовье р. Шапкиной, минеральный состав тяжелой фракции этой морены формировался за счет терригенного материала из Фенноскандинавской питающей провинции. Это подтверждается особенностями петрографиче-

ского состава крупнообломочного материала и направлением преимущественной ориентировки удлиненных обломков пород в выходах полярной морены, однако минералогические спектры основных морен на всей территории развития полярного оледенения однотипны.

Таким образом, минеральный состав нижних горизонтов основных морен тесно связан с составом местных подстилающих пород и испытывал влияние пород удаленных и транзитных питающих провинций. От древних горизонтов морен к более молодым наблюдаются сокращение содержания местных минералов и возрастание концентраций минералов, принесенных издалека, что может свидетельствовать об ослаблении связи морен с подстилающими породами в результате все более плотного их экранирования моренными горизонтами, сформированными в процессе последующих оледенений, и об усилении влияния пород удаленных питающих провинций на формирование состава морен. Эта тенденция подтверждается региональным фактическим материалом. Выявленные территориальные и возрастные закономерности изменения минерального состава морен открывают перспективы использования минералогических критериев в практике стратиграфических и палеогеографических исследований в регионе.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования выполнены в рамках темы НИР ГР № АААА-А17-117121140081-7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андричева Л.Н.* Основные морены европейского северо-востока России и их литостратиграфическое значение. СПб.: Наука, 1992. 125 с.
- Андричева Л.Н.* Питающие провинции и их влияние на формирование состава морен Тимано-Печоро-Вычегодского региона // Литология и полез. ископаемые. 1994. № 1. С. 127–131.
- Андричева Л.Н.* Плейстоцен европейского Северо-Востока. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 323 с.
- Андричева Л.Н., Марченко-Вагапова Т.И.* Неоплейстоцен европейского севера России: стратиграфия, палеогеография и палеоклиматы // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 4. С. 84–100.
- Андричева Л.Н., Буравская М.Н.* Типоморфные особенности гранатов из среднеоплейстоценовых тиллов севера и юга Тимано-Печоро-Вычегодского региона // Вестник ИГ. 2017. № 1. С. 16–21.
- Андричева Л.Н., Буравская М.Н.* Типоморфные особенности гранатов и цирконов в моренах среднего неоплейстоцена на севере и юге Тимано-Печоро-Вычегодского региона // Литология и полез. ископаемые. 2021. № 2. С. 277–290.
- Андричева Л.Н., Никитенко И.П.* Минеральный состав мелкозема основных морен Тимано-Печоро-Вы-

чегодского района // Минералогия Тиманско-Североуральского региона / Отв. ред. А.Б. Макеев, Б.А. Остащенко. Сыктывкар: Коми научный центр УрО АН СССР, 1989. С. 52–62. (Тр. Ин-та геологии Коми НЦ УрО АН СССР. Вып. 72)

Батурич В.П. Петрографический анализ геологического прошлого по терригенным компонентам. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 338 с.

Вишняков С.Г. Область сноса обломочного материала, послужившего для накопления палеозойских отложений северо-западной окраины Подмосковной синеклизы // Тр. Воронежского гос. ун-та. 1958. Т. 48. С. 15–27.

Иевлев А.А. История изучения серебряных рудников Ивана III // Вопросы истории естествознания и техники. 2014. № 1. С. 50–68.

Кочетков О.С. Акцессорные минералы в древних толщах Тимана и Канина. Л.: Наука, 1967. 120 с.

Кравец В.С. Мезозойские отложения. Юра // Геология и перспективы нефтегазоносности северной части Тимано-Печорской области / Под ред. В.А. Дедеева. Л.: Недра, 1966. С. 43–62. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 245)

Кузнецова Л.А. Плейстоцен Печорского Приуралья. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1971. 122 с.

Герасимов Е.М., Доливо-Добровольская Е.М., Каменцев И.Е. и др. Руководство по рентгеновскому исследованию минералов / Под ред. В.А. Франк-Каменецкого. Л.: Недра, 1975. 399 с.

Рябченков А.С. Региональная основа и аспекты изучения валунного и минерального состава четвертичных отложений Северо-Восточной области Русской платформы // Сборник статей по геологии и гидрогеологии. Вып. 4. / Ред. Е.Г. Чаповский. М.: Недра, 1965. С. 173–194.

Фишман М.В., Юшкин Н.П., Голдин Б.А., Калинин Е.П. Минералогия, типоморфизм и генезис акцессорных минералов изверженных пород севера Урала и Тимана. Л.: Наука, 1968. 250 с.

Чальшев В.И., Варюхина Л.М. Биостратиграфия верхней перми северо-востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1968. 234 с.

Formation of Mineral Composition of Neopleistocene Basal Morains in the European Subarctic Russia

L. N. Andreicheva*

*Institute of Geology acad. N.P. Yushkin Komi Science Center Ural Branch of RAS,
Pervomayskaya str., 54, Syktывkar, 167982 Russia*

**e-mail: andreicheva@geo.komisc.ru*

The results of long-term studies of the heavy minerals composition in the Neopleistocene basal moraines, carried out according to a unified technique in numerous outcrops in the European Subarctic Russia, are summarized. The heavy fraction of moraines was formed due to the material of three classes different feeding glacial provinces: remote, transit and local. With the glacier dynamics activation and the increase in the exaration activity of the mainland ice, the local features of the underlying rocks had a decisive effect on the moraines composition. The established age and spatial tendencies of the regular variability of the mineral composition of moraines horizons of different ages, taking into account other lithological data, made it possible to reliably identify their stratigraphic position.

Keywords: Neopleistocene, Quarter, basal moraine, mineral composition, heavy fraction, mineral association, feeding glacial province.