

ПЕРСПЕКТИВЫ ОБНАРУЖЕНИЯ ЗАЛЕЖЕЙ КАОЛИНОВ В ПРЕДЕЛАХ ФЕДОРОВО-ПАНСКОГО РАССЛОЕННОГО КОМПЛЕКСА (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЧАСТЬ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА)

В. Я. Евзеров, П. В. Припачкин, К. О. Дудкин

Геологический институт Кольского Научного Центра РАН

В пределах Федорово-Панского расслоенного комплекса геофизическими методами установлены линейные зоны развития рыхлых пород повышенной мощности. Одна из них вскрыта двумя скважинами. В этих скважинах под мореной покровного оледенения обнаружены каолиновые продукты коры выветривания. Ставится вопрос о возможности обнаружения каолинов в упомянутых линейных зонах.

Каолиновое сырье, связанное с корами выветривания, представляет большой практический интерес для производства керамики и в качестве наполнителя при изготовлении высококачественной бумаги. В последние годы поискам месторождений каолина на Балтийском щите уделяется большое внимание. Так, на карте Финляндии до 1998 г. было указано, по существу, одно промышленное месторождение каолина — Виртасалми — на юге страны. В период же с 1998 по 2005 гг. в северо-восточной части Финляндии, непосредственно граничащей с Кольским регионом, найдено более 20 месторождений каолина, последнее из которых — Виттаянка — обнаружено в 2005 г. в 5 км от финско-российской границы [10, 11]. В то же время на Кольском полуострове значительные залежи каолина известны лишь в Ловозерском районе, где их качество, однако, невысоко из-за повышенного содержания железа. В данной работе обосновывается возможность обнаружения месторождений каолина в линейных корях выветривания основных пород Федорово-Панского расслоенного комплекса.

В результате детального изучения рыхлого покрова Балтийского щита А. П. Афанасьевым [1] выделены останцы каолиновой и гидрослюдистой кор выветривания. Первая из них, некогда, вероятно, занимавшая большую площадь в пределах Балтийского щита, формировалась в условиях теплого и влажного климата на протяжении верхнего триаса-начала нижней юры [1, 5]. В нижней и средней юре продукты каолинового выветривания были снесены с северо-восточной части Балтийского щита в Южно-Баренцевоморскую впадину [3]. Остан-

цы этой коры выветривания линейно вытянуты и приурочены к ослабленным зонам. Гидрослюдистая площадная кора выветривания формировалась в миоцене-нижнем плиоцене в условиях умеренного климата на приподнятых участках региона [1, 7]. Она представлена глинисто-песчаными или глинисто-дресвяными продуктами. В плиоцене в связи с поднятием региона эта кора выветривания была частично размита; на склонах возвышенностей и на предгорных равнинах сформировались делювиальные и делювиально-пролювиальные, а в депрессиях — аллювий и озерные осадки.

Объектом нашего изучения является кора выветривания пород ранне-протерозойского Федорово — Панского комплекса (ФПК) перидотит-пироксенит-габбро-норитовой формации, который расположен в центральной части Кольского полуострова. Этот комплекс совместно с интрузивами горы Генеральской и Мончегорского комплекса формирует Кольский платинометалльный пояс [8]. Геотектоническое положение расслоенных комплексов пояса однотипно — они находятся на границе осадочно-вулканогенных пород Печенга-Имандра-Варзугской палеорифтогенной структуры и древнейших пород основания. Абсолютный возраст габбро-норитов ФПК составляет $2491 \pm 1,5$ млн лет. ФПК состоит из трех крупных интрузий: Федорово-тундровской, Западно- и Восточно-Панской. В свою очередь, интрузии расчленены тектоническими нарушениями на ряд блоков (рис. 1). Разрез ФПК представлен сингенетичным рядом пород от перидотитов до габбро с резким преобладанием пород основного состава. При этом, если в Западно-Панской интрузии резко доминируют габбро-нориты, то большая часть разреза Федоровской и

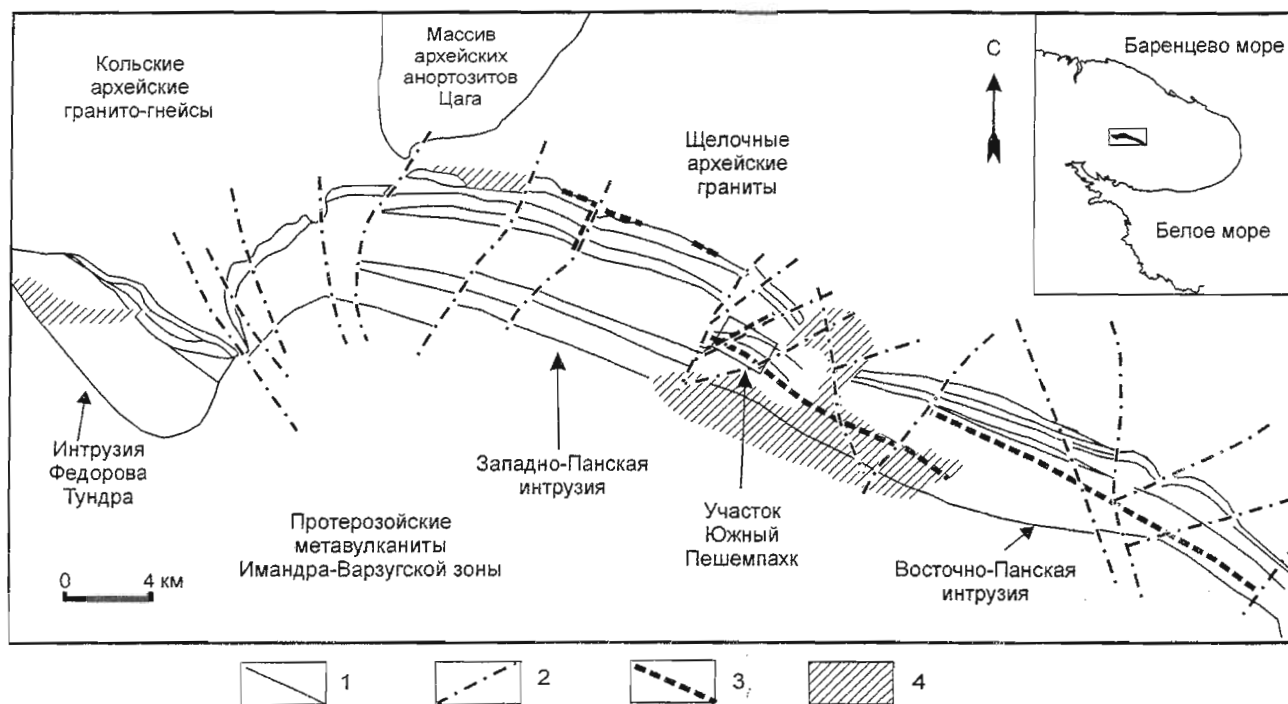


Рис. 1. Обзорная геологическая схема Федорово-Панского интрузивного расслоенного комплекса: 1 — разломы; 2 — геологические границы, в том числе магматической расслоенности; 3 — предполагаемые линейные коры выветривания (по данным аэрогеофизики); 4 — области площадного развития четвертичных отложений в пределах комплекса

Восточно-Панской интрузий представлена габбро [9].

Ранее в пределах ФПК под мореной покровного оледенения была обнаружена кора выветривания гидрослюдистого типа. Глинисто-дресвяные продукты выветривания габбро-норитов известны вдоль северного склона Панских высот от горы Каменник до горы Пешемпахк, на расстоянии более 15 км. Залегают они пятнами шириной до 700 м на склонах крутизной 1—3 градуса [6]. Верхние 0,5 м представлены глинисто-песчаной породой, содержащей от 10,9 до 13,9 % частиц размером менее 0,01 мм. Вниз по разрезу она сменяется дресвой мощностью до 8 м, а затем трещиноватыми габбро-норитами. В глинистой фракции обнаружены гидрослюда, вермикулит и метагаллуазит с примесью амфибола [1].

В течение последних 15 лет Федорово-Панский интрузивный комплекс известен как крупнейший платинометалльный объект Кольского региона [9]. В его пределах в 1999—2002 гг. поисковые работы на платиноиды велись на южном склоне возвышенности Пешемпахк, расположенной на восточном фланге Западно-Панской интрузии (рис. 1, 2). Основанием для постановки работ на указанном участке послужила

выявленная по данным аэрогеофизической съемки 1997 г. локальная аномалия электропроводности, ориентированная согласно магматической расслоенности. Однако обнаруженное на участке малосульфидное платинометалльное оруденение, отнесенное к так называемому Южному рифу, оказалось не связанным с указанной аномалией, располагаясь в 200—1000 м к северу от нее. Тем не менее, аномальную зону, подтвержденную наземной электроразведкой методом вызванной поляризации по схеме срединного градиента (ВП-СГ), как проводник с повышенной поляризуемостью ($\rho = 100—300$ Ом-м, η до 2 %, ширина зоны до 100 м по данным А. Рокитянского, С. Мишукова, С. Сергеева) было решено заверить бурением. Скважина П-209, заданная в западной части аномалии, вскрыла достаточно мощный чехол морены (18 м) и далее прошла 39 м по суглинистой коре выветривания вплоть до коренных габбро-норитов, заметно более измененных по сравнению с соседними участками. Восточная часть той же аномальной зоны, в 1400 м по простиранию от западной, изучалась более подробно наземной электроразведкой и бурением. Кроме профилирования ВП-СГ на постоянном токе (работы С. Мишукова), здесь проведено дипольное элект-

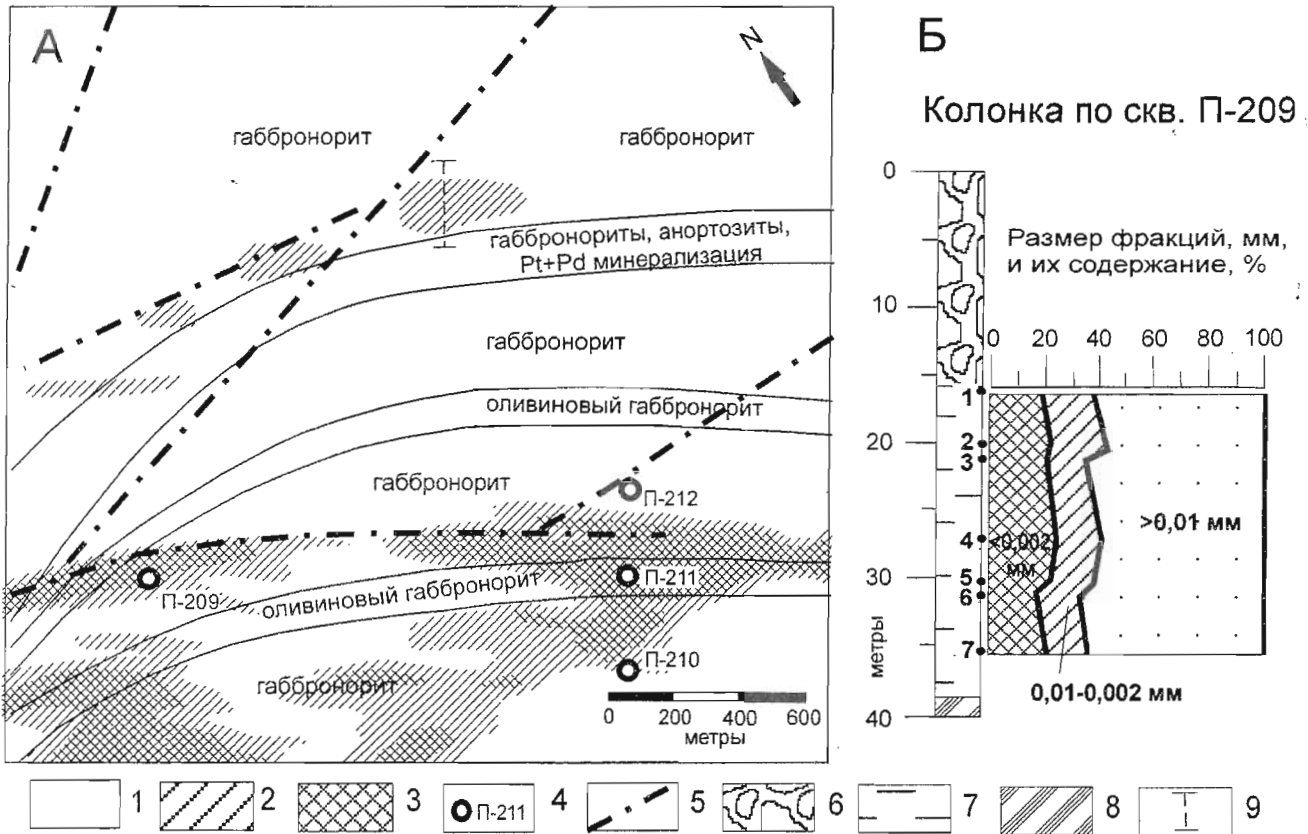


Рис. 2. Геолого-геофизическая схема участка Южный Пешемпахк (А) и разрез по скважине П-209 (Б): Удельные сопротивления по ВП-СГ: 1 — более 7000 Ом-м, 2 — 3500—7000 Ом-м, 3 — менее 3500 Ом-м; 4 — скважины по коре выветривания; 5 — разломы по данным магниторазведки и бурения; 6 — отложения морены; 7 — глинистая кора выветривания; 8 — коренные габбро-нориты, измененные до амфибол-хлорит-клиноцоизитовых сланцев; 9 — положение разреза ВЭЗ-ВП, показанного на рис.4. Цифрами на разрезе указаны номера проб

ромагнитное профилирование (ДЭМП) на частотах 40—160 кГц, а также 5 дистанционных электромагнитных зондирований (ДЭМЗ) на частоте 40 кГц и 5 зондирований становлением поля (ЗСБ) (данные С. Крылова, Н. Боброва). Судя по полученным материалам, общая ширина проводящей зоны достигает 500 м, составляя около 200 м в наиболее проводящей части. Интерпретация Н. Бобровым зондирований указывает на трехслойный разрез типа Н с проводящим промежуточным слоем, мощность которого в средней части зоны при удельном сопротивлении 200 Ом-м достигает 30—40 м. Разрез по скважине П-211 вполне удовлетворительно совпал с прогнозным разрезом. Оказалось, что верхнему слою сопротивлением порядка тысяч Ом-м соответствует морена с высоким содержанием грубообломочного материала, среднему проводящему слою сопротивлением 200—300 Ом-м — толща суглинистых образований, а опорному горизонту высокого сопротивления

(десятки тысяч Ом-м) — коренные оливинсодержащие габбро-нориты, интенсивно измененные вплоть до амфибол-хлорит-клиноцоизитовых сланцев (рис. 3). Таким образом, проводящая зона протяженностью около 2 км и шириной 100—200 м может уверенно интерпретироваться как линейная кора выветривания измененных основных пород мощностью в десятки метров.

Кора выветривания представлена суглинком светло- или темно-серого цвета с реликтами измененных коренных пород, сохранившим в целом текстурный рисунок исходной породы. Она сформировалась на габбро-норитах, измененных вплоть до хлорит-амфиболовых сланцев. Гранулярный состав продуктов выветривания приведен в таблице. Содержание частиц размером менее 0,01 мм в выветрелом материале по обеим скважинам варьирует от 32 до 57 %. Оно в несколько раз выше, чем в ранее обнаруженных продуктах площадного выветривания пород ФПК.

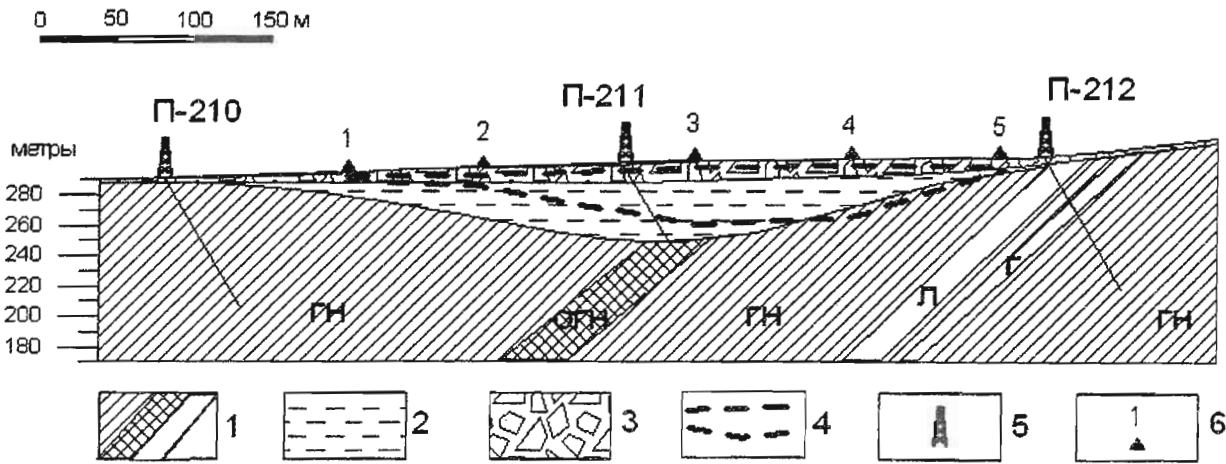


Рис. 3. Геолого-геофизический разрез по линии скважин П-210 — П-212: 1 — коренные породы: ГН — габбронориты, ОГН — оливиновые габбронориты, Л — лейкогаббро, Г — габбро; 2 — кора выветривания; 3 — морена покровного оледенения; 4 — границы слоев по данным электротондирований; 5 — скважины; 6 — точки совмещенных электромагнитных зондирований ДЭМЗ и ЗСБ

Таблица
Гранулярный состав коры выветривания на породах Панского массива

№ скважины	№ пробы	Глубина взятия, м	Размер фракций, мм, и их содержание, %			Сумма
			>0,01	0,01—0,002	<0,002	
П-209	1	16,4	62,5	19,0	18,5	100
	2	20,5	57,3	20,8	21,9	100
	3	21,3	65,0	14,3	20,7	100
	4	27,6	58,9	17,3	23,8	100
	5	30,5	62,4	15,7	21,9	100
	6	31,5	67,5	15,6	16,9	100
	7	35,5	64,4	15,3	20,3	100
П-211	8	29,3	43,0	21,0	36,0	100
	9	32,5	57,0	18,9	24,1	100
	10	35,5	61,1	15,7	23,2	100
	11	48,9	68,2	17,3	14,5	100

Примечание. Аналитик Пермякова Г.М.

Минеральный состав частиц размером менее 0,002 мм определялся главным образом посредством анализа дифрактограмм воздушно-сухих, насыщенных глицерином и прокаленных при 400 °С ориентированных препаратов. Анализировались также порошкограммы в случае серьезных затруднений с получением ориентированного препарата. Результаты исследования свидетельствуют о том, что пелитовые частицы представлены в основном хлоритом. В качестве примеси присутствуют иллит, амфибол и полевые шпаты. В образцах 1 и 2 из скважины П - 209 появляется каолинит. Хлориту на дифрактограммах ориентированных препаратов отвечают базальные отражения 13,8—14,2 Å (001), 7,0—7,3 Å (002), 4,7—4,75 Å (003), 3,52—3,56 (004) Å,

2,81—2,83 Å (005), 2,33 Å (006). Их положение не изменится при насыщении препарата глицерином и после прокаливания при 400 °С. В образце 4 (скважина П-209) после насыщения глицерином у рефлекса первого порядка появляется шлейф в сторону малых углов отблеска, что свидетельствует о присутствии разбухающего компонента. Интенсивность базальных отражений хлорита не изменяется по разрезу скважины П-211, тогда как в верхней части разреза по скважине П-209 (образцы 1 и 2) интенсивность рефлекса первого порядка сокращается по сравнению с интенсивностями остальных базальных отражений. Происходит это вследствие частичного разрушения хлорита с последующим образованием каолинита, базальные рефлексы которого практически совпадают с таковыми хлорита, начиная с его отражения второго порядка. Каолинит обнаружен по порошкограмме частиц менее 0,002 мм образца 1 после их растворения в горячей 10 % соляной кислоте. Эти частицы практически полностью представлены каолинитом с небольшой примесью амфибола и полевых шпатов. Значительное разрушение хлорита в верхней части разреза коры выветривания по скважине П-209 подтверждают результаты химического анализа пелитовых частиц. Содержание MgO в образцах 4—7 варьирует от 9,41 до 16,25 %, в образце 3 оно сокращается до 7,33 %, а в образцах 1 и 2 — до 3,48 и 4,73 % (аналитик Л. Г. Балашова). Уменьшение содержания MgO свидетельствует о выносе магния из октаэдрического слоя и, соот-

ветственно, разрушении значительной части трехслойных пакетов.

Иллиту на дифрактограммах ориентированных препаратов принадлежат рефлексы 9,9 Å (001), 4,95—5,01 Å (002), 3,33—3,34 Å (003), 2,50-Å (004) и 2,0 Å (005). Их положение сохраняется при всех видах обработки препаратов. Амфибол диагностирован по рефлексам 8,35—8,4, 3,26, 3,10—3,11, 2,92—2,93, 2,70—2,71 и 2,37—2,38 Å, полевые шпаты — по рефлексам 4,02 Å 3,75 Å 3,18—3,19 Å и 2,54—2,55 Å.

Исследованные продукты выветривания по гранулярному составу и минеральному составу глинистых частиц очень близки продуктам гидрохлоритовой зоны каолинитовой коры выветривания хлоритовых сланцев в районе станции Титан, в которой содержание частиц менее 0,01 мм варьирует от 26,1 до примерно 42,9 %, и господствующим минералом пелитовой фракции является гидрохлорит [2]. В указанном примере гидрохлоритовая зона вверх по разрезу сменяется каолинитовой зоной, содержащей около 70 % частиц менее 0,01 мм и представленной в глинистой фракции главным образом каолинитом [2]. В нашем же случае начало перехода к каолинитовой зоне установлено только в разрезе по скважине П-209, которая расположена на 56 м ниже, чем скважина П-211. Соответственно, и кора выветривания в окрестностях первой из упомянутых скважин менее денудирована. Данные по разрезу скважины П-209 позволяют предполагать, что образования каолинитовой зоны могли более полно сохраниться в других участках развития коры выветривания. Поэтому возникает необходимость рассмотрения вопроса о возможных масштабах развития коры выветривания как в пределах участка Пешемпахк, так и на Федорово-Панском интрузивном комплексе в целом.

На данном этапе изучения наиболее объективную информацию о возможном распространении линейных кор выветривания дают материалы наземных и воздушных геофизических съемок. Тектонические нарушения, к которым обычно приурочены указанные коры выветривания, в пределах Федорово-Панского комплекса сопровождаются хлоритизацией пород и в магнитном поле отчетливо прослеживаются линейными понижениями на фоне высокомагнитных габброидов [4], в то время как глинистые коры выветривания хорошо выделяются электроразведкой по пониженному сопротивлению [11].

Вскрытая скважинами линейная зона является, по-видимому, не единственной областью развития глинистой коры выветривания на участке Пешемпахк. Об этом свидетельствуют результаты серии вертикальных электрических зондирований вызванной поляризации (ВЭЗ-ВП), выполненных в 1000 м к северу от описанной зоны. Они пересекают одну из аномалий проводимости, трассирующих секущую разломную зону (по материалам К. Блинова, рис. 2, 4). По данным пяти зондирований в обобщенном разрезе выделяется верхний слой различной поляризуемости и сопротивления мощностью до 1—2 м, промежуточный слой повышенной поляризуемости до 2 % и низкого сопротивления около 500 Ом-м мощностью от 2 до 15 м и опорный горизонт различной поляризуемости и высокого сопротивления до десятков тысяч Ом-м. Эти слои отвечают, соответственно, покровным образованиям, включая морену, глинистым отложениям и коренным интрузивным породам. На соседнем профиле зондирований, выходящем за пределы проводящей зоны, отчетливо наблюдается выклинивание и исчезновение промежуточного проводящего слоя. Таким образом, есть основание считать, что в указанной приразломной зоне также развита глинистая кора выветривания. Наиболее перспективными в пределах участка представляются обширные зоны пониженного сопротивления в южной и юго-западной части участка, соответствующие, вероятно, узлам пересечения разломов (рис. 2). В них могут быть встречены значительные по площади и мощности области развития глинистой коры выветривания. Что же касается Восточно-Панской интрузии в целом, то здесь по данным комплексной аэрогеофизической съемки, выполненной в 1997—2001 гг., отчетливо выделяются две протяженные зоны электропроводности и пониженной намагниченности, субпараллельные простиранию магматической расслоенности. Южная из них является продолжением зоны, в которой развита охарактеризованная выше кора выветривания, и совпадает с понижением рельефа. Северная зона электропроводности, параллельная южной, выявляется в нижней части разреза Восточно-Панской интрузии и прослеживается приблизительно на 15 км по простиранию. До настоящего времени северная зона остается не обследованной бурением на всем протяжении.

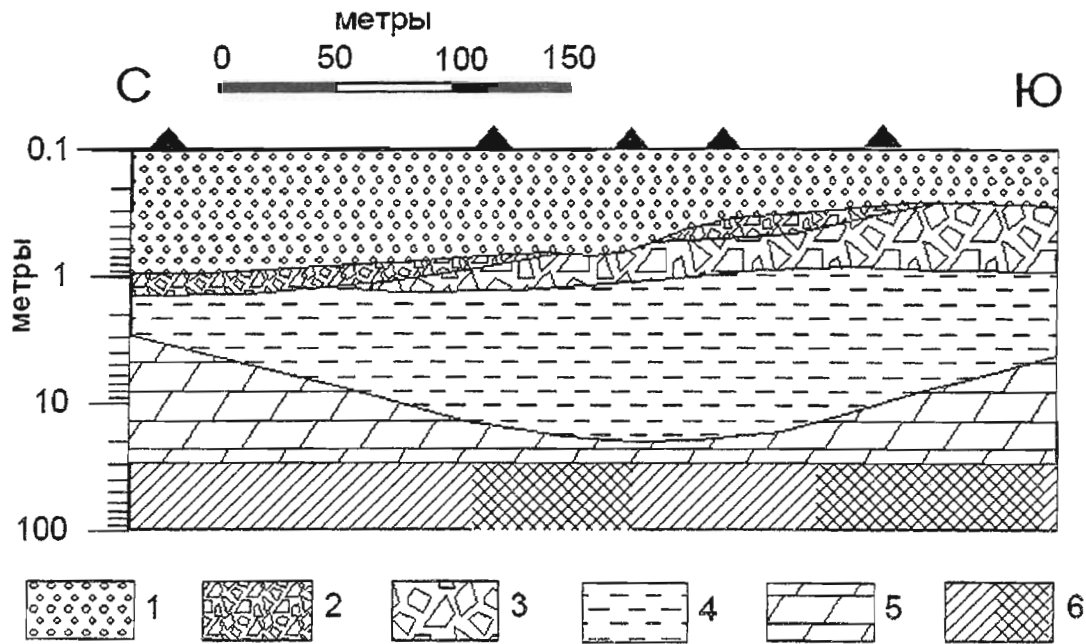


Рис. 4. Геоэлектрический разрез по результатам интерпретации ВЭЗ-ВП в приразломной зоне: 1 — $\rho = 500\text{--}1500$ Ом-м, $\eta = 2,1\text{--}2,3$ % (почвенный слой и покровные суглинки); 2 — $\rho = 40000$ Ом-м, $\eta = 1,1$ % (крупнообломочный материал); 3 — $\rho = 6000$ Ом-м, $\eta = 1,1$ % (валунно-галечная морена увлажненная); 4 — $\rho = 500$ Ом-м, $\eta = 1,2\text{--}2$ % (песчано-глинистые отложения и глинистая кора выветривания); 5 — $\rho = 1000$ Ом-м, $\eta = 0,5$ % (крупнообломочный элювий); 6 — $\rho = 4000\text{--}40000$ Ом-м, $\eta = 0,5\text{--}4$ % (плотные коренные породы, местами трещиноватые и минерализованные). Залитыми треугольниками показаны точки зондирования ВЭЗ-ВП (по данным К. Блинова)

В пределах Западно-Панской интрузии известны небольшие линейные участки повышенной электропроводности в северной приконтактной зоне, связанные с развитием тектонизированных пород и отчасти глинистых образований, и вдоль поперечного разлома (рис. 1). Однако имеющихся материалов недостаточно для более или менее обоснованной оценки перспектив обнаружения здесь мощных кор выветривания.

Полученные данные позволяют говорить о Федорово-Панском комплексе как о площади, потенциально перспективной на нахождение каолиновых кор выветривания. Масштабы развития линейных кор выветривания в восточной части ФПК могут быть значительны, что позволяет надеяться на нахождение продуктов выветривания каолинитовых зон в пределах отдельных участков. В случае обнаружения каолина могут извлекаться как попутно при освоении месторождений металлов платиновой группы, так и представлять самостоятельный интерес.

Благодарности. Авторы выражают благодарность руководству ОАО «Пана» за предоставленную возможность использования геофизических материалов и исследования керн двух скважин,

Г. М. Пермяковой за выполнение гранулометрических анализов, Л. Г. Балашовой за определение содержания оксида магния, Ю. П. Меньшикову и Е. А. Селивановой за съемку порошковых дифрактограмм ориентированных препаратов пелитовых частиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев А.П. Фанерозойские коры выветривания Балтийского щита и связанные с ними полезные ископаемые. Л.: Наука, 1977. 244 с.
2. Афанасьев А.П. Минералогия доледниковой коры выветривания Кольского полуострова и приуроченных к ней месторождений вермикулита. М.-Л.: Наука, 1966. 170 с.
3. Баренцевская шельфовая плита. Л.: Недра, 1988. 262 с.
4. Дудкин К.О. Особенности применения и эффективность геофизических и геохимических методов при поисках малосульфидного платинометалльного оруденения в расслоенных базит-гипербазитовых комплексах Кольской платинометалльной провинции // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Кольского полуострова. Редактор акад. РАН Ф. П. Митрофанов., Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. С. 124—137.
5. Евзеров В.Я., Колька В.В., Назаренко В.О. Новые находки каолина на Кольском полуострове и веро-

ятный возраст каолиновых месторождений Фенноскандинавского щита // Комплексная оценка месторождений нерудного минерального сырья. СПб.: Севзапгеология, 1993. С. 129—132.

6. Киселев И.И. Продукты выветривания и некоторые вопросы палеогеографии района Панских тундр в позднечетвертичное время // Природа и хозяйство Севера. Вып. 2, ч. 2. Апатиты, 1971. С. 75—81.

7. Кравченко С.М., Еезеров В.Я. Магматический и постмагматические этапы формирования Томторских (север Сибирской платформы) и Хибинских (северо-восток Балтийского щита) месторождений редких элементов // Наука и технология в России. 1998. № 5 (28). С. 14—19.

8. Митрофанов Ф.П., Яковлев Ю.Н., Дистлер В.В. и др. Кольский регион — новая платинометаллическая

провинция // Геология и генезис платиновых металлов. М.: Наука, 1994. — С. 65—79.

9. Митрофанов Ф.П., Корчагин А.У., Балабонин Н.Л. и др. Основные результаты исследований платинометаллической рудоносности расслоенного ультрамафит-мафитового интрузива Федорово-Панских тундр // Российская Арктика: геологическая история, минерагения, геоэкология. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. С. 572—579.

10. Lintinen P., Al-Ani T. The Vittajänkä kaolin deposit. Geological Survey of Finland. In: Current research 2003-2004, GTK, Special paper 38, 2005. P.41-47.

11. Lohva J., Lehtimäki J. Geophysical investigation of kaolin and ilmenite deposit in Finland. In: Aerogeophysics in Finland 1972—2004 — methods, systems and applications, GTK, Special paper 39, 2005. P.147—154.