

УДК 550.8+550.3:553.411(470.22)

UDC 550.8+550.3:553.411(470.22)

**ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
РУДОНОСНОСТИ СЕВЕРНОЙ  
ПРИГРАНИЧНОЙ ПЛОЩАДИ  
ЗЕЛЕНОКАМЕННОГО ПОЯСА  
ЯЛОНВААРА–ХАТТУ–ТУЛОС (ЗАПАДНАЯ  
КАРЕЛИЯ)**

**GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL  
RESEARCHES AND PERSPECTIVES OF  
NORHTEN BORDER LOCALITY IN  
YALONVARA-HATTU-TULOSS ARCHEAN  
GREENSTONE BELT (WESTERN KARELIA)**

Нилов Михаил Юрьевич

Nilov Mikhail Yurievich

Кулешевич Людмила Владимировна  
к.г.-м.н.

Kuleshevich Liudmila Vladimirovna  
Cand.Geol.-Min.Sci.

*Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт геологии  
Карельского научного центра Российской  
академии наук (ИГ КарНЦ РАН)*

*Institute of Geology of Karelian Research Center of  
Russian Academy of Science*

В западной Карелии (Северная Приграничная  
площадь) прослежено продолжение  
зеленокаменного пояса Хатту (Финляндия),  
выявлены диорит-тоналитовый и  
гранодиоритовый комплексы по своим  
петрохимическим характеристикам близкие  
комплексам Куйттила и Вилуваара и  
субмеридиональные шир-зоны, благоприятные для  
локализации золота. Основные перспективы  
обнаружения золота связаны с массивами типа  
Кадилампи и зонами расщеливания и  
окварцевания в них и в их ореолах (шир-зонах).  
Установлены золоторудные проявления и пункты  
минерализации – Кадилампи-1, 2, Куслокки,  
Горное, Солуха, Каппала и некоторые др.

In West Karelia (Severny Prigranichny locality), an  
extension of the Hattu greenstone belt (Finland) was  
traced and diorite-tonalite and granodiorite complexes,  
similar in petrochemical characteristics to the Kuittila  
and Viluvaara complexes, and near-N-S-trending  
shear-zones, favourable for gold concentration, were  
revealed. Gold is most likely to occur in Kadilampi-  
type massives, in schistosity and silicification zones in  
them and in their haloes. Gold ore occurrences and  
mineralization points, such as Kadilampi, Kuslokki,  
Gornoye, Soluha, Kappala and some others, were  
located

Ключевые слова: ЗОЛОТО, ПОИСКОВЫЕ  
ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ,  
ЗЕЛЕНОКАМЕННЫЙ ПОЯС ЯЛОНВААРА–  
ХАТТУ–ТУЛОС, ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ  
КОРРЕЛЯЦИЯ

Keywords: GOLD, EXPLORATION  
GEOPHYSICAL METHODS, YALONVAARA-  
HATTU-TULOSS ARCHEAN GREENSTONE  
BELT, GEOLOGICAL CORRELATION

Позднеархейский зеленокаменный пояс (ЗП) Ялонваара-Хатту-Тулос  
– линейная структура, выделенная по геологическим и геофизическим  
данным на территории З. Карелии и В. Финляндии. Интерес к этой  
площади связан с тем, что в пределах ЗП Хатту (район Иломанси,  
Финляндия) в вулканогенно-осадочных толщах были обнаружены  
небольшие золоторудные месторождения и проявления [3, 4]. В своей  
северной части он прослеживается на приграничную территорию Карелии,

где имеет близкое к субмеридиональному простирание (рис. 1). В шир- зонах в ореоле гранитных массивов в непосредственной близости от границы с Карелией финскими геологами обнаружены месторождения Валкеасуо, Хоско, Корпилампи, Пампало.

Приграничная площадь в западной Карелии долгое время оставалась слабо изученной из-за плохой обнаженности и заболоченности. Эта территория была охвачена наземной гравиметрической съемкой масштаба 1 : 200 000 и аэрогеофизическими (магнитной и аэрогамма- спектрметрической) съемками масштаба 1 : 50 000. На основе этих съемок созданы гравиметрическая и магнитная цифровые основы, обеспечившие геолого-геофизические исследования. В 2000-2004 годах проведено геологическое картирование м-ба 1 : 200 000, геохимическое и шлиховое опробование (под руководством С.Н. Юдина, КГЭ). На перспективных участках (Куслолки, Солуха, Шаверки, Горное, Кадилампи, Каппала), выявленных благодаря литохимической съемке по вторичным ореолам, проведены детальные работы, включающие геофизические методы, бурение и опробование коренных пород.

### **Корреляция геологических образований приграничных площадей Карелии и Финляндии**

В геологическом строении лопийского разреза (AR<sub>2</sub>lp<sub>2</sub>) приграничной территории Карелии, названной Северной Приграничной

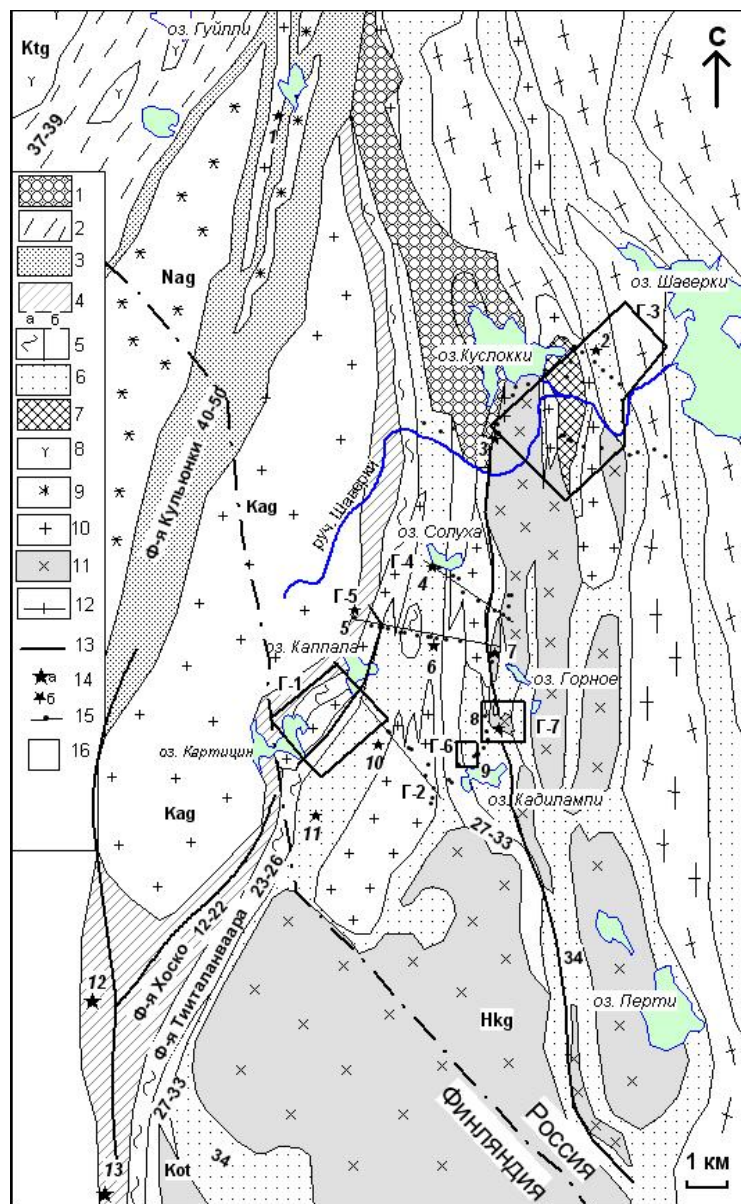


Рис. 1. Схема геологического строения и размещения золоторудных объектов на площади Северной Приграничной (по [2-3]).

Вмещающие комплексы: 1 – палеопротерозой (PR<sub>1</sub>, sr-jt); 2 – сланцы по осадкам (AR<sub>2</sub> lp<sub>2</sub>) (литотипы 37–39; здесь и далее по [3]); 3 – полевошпат-слюдистые сланцы с прослоями магнетит-гранат-грюнеритовых (формация Кульюнки, 40–50), 4 – сланцы и метабазальты (формация Хоско, 12–22); 5 – гранат-магнетит-грюнеритовые сланцы, полимиктовые конгломераты, слюдистые сланцы (а – формация Тиитталанваара, 23–26), коматииты, амфиболиты, биотит-амфиболовые сланцы, конгломераты (б – формация 27–33); 6 –

нерасчлененные вулканогенно-осадочные толщи (литотип 34). 7 – щелочные метасоматиты с магнетитом. Интрузивные комплексы: 8 – субщелочные гранодиориты и монцодиориты (Ktg – комплекс Койтери); 9 – лейкограниты, пегматиты (Nag – комплекс Наарва); 10 – К-граниты (граниты Картицан); 11 – тоналиты и гранодиориты (Kot – тоналиты Корпиваара, Hkg – гранодиориты Хойкан Килкайнен); 12 – нерасчлененные граниты, и мигматит-граниты, гранито-гнейсы. 13 – шир-зоны Расвахоту, Кивипуро (Финляндия), Кадиламп-Куслокки (Россия). 14 – месторождения (а) и проявления (б) золота (1 – Киви, 2 – Шаверки, 3 – Куслокки, 4 – Солуха, 5 – С-65, 6 – С-52, 7 – Горное, 8 – Кадиламп-2, 9 – Кадиламп-1, 10 – Каппала, 11 – Нартычваара, 12 – Валкеасуо, 13 – Корпилампи). 15 – геофизические профили и скважины. 16 – участки детальных геофизических работ (Г-1 – Каппала, Г-2 – Каппала-Кадиламп, Г-3 – Шаверки, Г-4 – Солуха, Г-5 – Каппала-Горное, Г-6, Кадиламп-2, Г-7 – Кадиламп-1).

площадью, выделены метаморфизованные вулканогенно-осадочные толщи кислого и среднего составов, метабазалты, андезибазалты и туфогенно-осадочная (сланцевая) толща (рис. 1). Они перекрываются сариолийскими и ятулийскими ( $PR_1$ ) отложениями. Архейские зеленокаменные толщи в пределах всей площади имеют линейное распространение, доминирующее ССВ простирание, крутое падение к востоку или западу. Они прорываются гранитоидами Са-На и К-На серий, иногда огнейсованными и мигматизированными. Сравнение лопийских образований Северной Приграничной площади проведено с доменами Кульюнки, Хоско и северной частью домена Пампало ЗП Хатту в Финляндии. Северная часть ЗП Хатту включает формации Кульюнки, Хоско, Тииталанваара, частично Пампало и нерасчлененные толщи (рис. 1). Возраст этих пород равен 2761–2744 млн лет [3].

*Формация Хоско* (литотипы 12–22) представлена мелкозернистыми, ритмичнослоистыми слюдисто-полевошпатовыми осадками (по кислым туфам, вулканитам, турбидитам), она обрамляет с юга массив гранитов Картица и протягивается в Карелию в районе озер Картицан и Каппала.

В южной части площади толщи *формации Тииталанваара* (23–26) обрамляют тоналиты Корпиваара и частично прослеживаются на север от домена Пампало (Финляндия) до оз. Кадилампя (Карелия). Они включают граувакки, метабазалты, полимиктовые несортированные конгломераты и полосчатые гранат-грюнерит-кварц-магнетитовые толщи (ВІF), которые хорошо выделяются в магнитном поле.

*Формация Пампало* (27–33) развита в домене Пампало, она включает тальк-тремолит-хлоритовые сланцы по коматиитам, метабазалты, граувакки, кластические осадки, конгломераты с обломками среднего и кислого состава, полосчатые железистые сланцы. В Карелии она проявлена ограничено в южной части площади.

Метабазальты прослеживаются от оз. Кадилампи до оз. Солуха, коматииты встречаются западнее уч. Кадилампи-2.

*Формация Кульюнки* (40–50) слагает синклинальную структуру между массивами лейкогранитов Наарва и Картица. Она включает пелиты, граувакки, турбидиты, вулканокластические осадки, брекчии, лахары (с обломками пород кислого и среднего состава размером до 30 см), осадки, представленные слюдисто-поливошпат-кварцевыми с гранатом сланцами). Для литотипов верхних частей разреза (гранат-грюнерит-магнетитсодержащих сланцев) характерна несколько повышенная магнитная восприимчивость.

*Интрузивные комплексы.* В северной части ЗП Хатту непосредственно к российской границе примыкает массив *гранодиоритов Хойкан Килкейнен* (Нкг), близкий по составу и времени образования массиву Вилуваара, возраст которого  $2750 \pm 200$  млн лет [3]. В обрамлении гранодиоритов находится месторождение золота Вилуваара. Светло-серые порфиroidные гранодиориты содержат крупные вкрапленники калиевого полевого шпата размером до 3–4 см. Массив прослеживается до оз. Кадилампи в Карелии (рис. 1). Он сопровождается апофизами и порфиroidными дайками. К этому комплексу относятся порфиroidные граниты 2-й фазы, которые сопровождаются Au-Cu-Mo-порфиroidным оруденением на уч. Кадилампи-1.

*Тоналиты Кортивара* (Кот) образуют плутон, северное выклинивание которого наблюдается в южной части площади. Они представлены серыми среднезернистыми, иногда порфиroidными с вкрапленниками плагиоклаза (до 1 см), биотитовыми породами. Этот массив сопоставляется с тоналитами Куйттила ( $2745 \pm 11 \div 2748 \pm 6$  млн лет). Комплекс обычно сопровождается серией сближенных даек плагиопорфиroidов, гранит-порфиroidов, в том числе, крупными дайками типа Пампалонуро (домен Пампало). Дайки имеют тонкозернистую основную

массу с вкрапленниками плагиоклаза до 3–8 мм. В этих массивах и их ореоле встречаются золоторудные месторождения. В Карелии тоналиты слагают раннюю фазу (Ca-Na-ряд) массива Кадилампии и дайки.

*К-граниты Картица* (Kag) прослеживаются на территорию Карелии в районе одноименного озера и установлены на участках Каппала, Солуха и западнее оз. Куслокки. Для них характерно разделение крупнозернистых микроклиновых прослоев мелкозернистой сланцеватой мусковитовой массой, что иногда не позволяет сказать, содержат ли породы первичные фенокристы К-полевого шпата, или подвергнуты интенсивному К-метасоматозу. К-порфиробластез накладывается и на вмещающие толщи в их ореоле.

Двуслюдяные турмалинсодержащие крупнозернистые и пегматоидные *лейкограниты Наарва* (Nag) образуют вытянутый синкинематический плутон шириной в несколько километров. По составу и времени образования он близок датированному массиву Луканваара (2696 млн лет) [3]. Лейкограниты переходят на российскую территорию в районе р. Шаверки и сопровождаются пегматитами.

*Субщелочной комплекс Койтери* (Ktg) образует крупный плутон в СЗ части площади. Породы представлены крупнозернистыми монцонитами и К-гранодиоритами серого цвета с крупными (до 5–6 см) вкрапленниками К-Na-полевого шпата, роговой обманкой, биотитом, клинопироксеном. Для монцонитов характерна повышенная магнитность, благодаря присутствию в их составе магнетита. Кроме того, на финской территории выделяются узкие дайковые тела магнетит-пироксенсодержащих пород: возможно, это ранняя базитовая фаза субщелочных массивов. Они отчетливо фиксируются по результатам аэромагнитной съёмки [3]. На Северной Приграничной площади между озерами Куслокки и Шаверки

были установлены подобные высокомагнитные габбро-пироксениты и щелочные метасоматиты.

На *Северной Приграничной площади интрузивные породы* представлены разновозрастными дайками габброидов ( $AR_2$  и  $PR_1$ ), комплексом субщелочных пород (пироксенитов, базитов, диоритов), разнообразными гранитоидами – диоритами-гранодиоритами Са-На-ряда, Са-К-На порфировидными гранитами, К-гранитами и лейкогранитами. Среди них базитовые дайки с магнетитом выделяются по повышенной магнитности, к ним относятся: 1 – габбро-амфиболиты ( $AR_2$ ), 2 – габбро-пироксениты субщелочного комплекса уч. Шаверки ( $AR_2$ ), 3 – габбро-долериты уч. Кадиламп-2 ( $PR_1$ ). Габбро-амфиболиты ( $AR_2$ ) содержат около 6 % магнетита, габбро-долериты уч. Кадиламп-2 ( $PR_1$ ) – 15–20 % магнетита.

Диориты, кварцевые диориты, тоналиты и кварц-плагиогранит-порфиры Са-На-ряда приграничной площади сопоставляются нами с комплексом Куйттила, плагио-микроклиновые порфировидные гранодиориты и граниты – с перспективным массивом Вилуваара. В этих массивах и в зонах расланцевания в их ореоле были выявлены месторождения золота на финской территории. Жильные лейкограниты сравниваются с комплексом Нарва, а К-граниты и гранито-гнейсы - с массивом Картица.

Двухфазные массивы западной Карелии, включающие Са-К-На порфировидные граниты были выделены как комплекс Кадиламп ( $A/CNK=1,06-1,17$ ), близкие по составу типу Вилуваара. Этот комплекс сопровождается изменениями подобными грейzenам, пропицитам и более низкотемпературным кварц-серицитовым метасоматитам с молибденитом и Au-Cu-S-минерализацией как в самом массиве, так и в его ореоле.

Среди базитовых интрузий наибольшие перспективы представляют габбро-долериты с медно-железо-окисной минерализацией уч. Кадиламп-

2 и Солуха. С субщелочными комплексами связаны щелочные метасоматиты, они сопровождаются магнетитовой и редкоземельной минерализацией, иногда совмещенной с благороднометальной.

***Рудоконтролирующие структуры.*** В северной части пояса Хатту на финской территории были выделены две наиболее перспективные субмеридиональные шир-зоны Росвахоту и Кивипуро (рис. 1). К этим зонам в ореоле гранитодных массивов и даек приурочены золоторудные месторождения Валкеасуо и Корпилампи, а южнее в домене Пампало – месторождение Вард [3]. На российской территории в пределах исследованной площади по результатам геологических и геофизических работ были выделены две основные субмеридиональные сдвиговые зоны (шир-зоны) Кадилампи-Куслолки (1) и Картицан-Каппала (2), а также намечены зоны рассланцевания более мелкого порядка, по-разному проявленные в своем вещественном наполнении. Среди них особо выделяются: 1 - штокверк с доминирующими ССВ жилами в гранит-порфирах уч. Кадилампи-1, сопровождающийся Au-Cu-Mo-порфировым оруденением; 2 - ССВ зона рассланцевания и щелочного метасоматоза с магнетитом, с ней совмещена золото-сульфидная минерализация между озерами Горное и Кадилампи; 3 - зоны рассланцевания на уч. Куслолки и Каппала; 4 - приконтактовые СЗ зоны в габбро-долеритах уч. Кадилампи-2.

### **Комплексные геолого-геофизические и геохимические исследования территории**

Детальные геофизические и геохимические работы были поставлены на участках, выявленных по результатам предшествующей литохимической съемки по вторичным ореолам. Геологическая документация, петрографическое описание пород проводилось по керну скважин, обнажениям и образцам. Геохимическое опробование коренных



пород сопровождалось анализами микроэлементов (метод ICP-MS) и золота (атомно-адсорбционный анализ).

Наземные геофизические работы (магниторазведка, электроразведка ВП и ВЭЗ) выполнялись по топографически разбитой сети на участках Куслочки, Шаверки, Каппала, Кадиламп-1 и 2 и отдельным профилям Солуха, Каппала-Горное (рис. 1). Магниторазведка проводилась с использованием магнитометров «Минимаг», электроразведка в варианте ВПФ-СГ комплексом производства «Казгеофизприбор». Аппаратура ВПФ позволяет регистрировать  $\Delta U$  пропускания и сдвиг фаз между гармониками. Угол сдвига фазы ВП имеет линейную связь с коэффициентом поляризуемости [1]. Длина питающей линии установки срединного градиента составляла не менее 1500 м, приемной 40 м. Данные магниторазведки были использованы для геологического картирования, выделения интрузивных тел, в комплексе с электроразведкой методом ВП, они позволили уточнить положение зон гидротермально-метасоматических изменений с сульфидной минерализацией, перспективных на золото на детальных участках. Электроразведка методом ВЭЗ использовалась для расчленения разреза четвертичных отложений и уточнения их мощности. Результаты геофизического изучения территории представлены в виде графиков Та и ВП для отдельных профилей на рисунках 2 и 3.

**Участок Куслочки** расположен южнее одноименного озера в гранитоидах. Их магнитная восприимчивость колеблется ( $n \times 10^{-5} \div 10^{-4}$ ), это может быть обусловлено наложенными изменениями и неоднородностью пород. Изменения представлены серицитом, кварцем, альбитом, развитыми по сланцеватости и в зальбандах кварцевых прожилков, к ним приурочена вкрапленность сульфидов (пирит, пирротин – до 2 %). Содержание микроэлементов в таких зонах составляет: в г/т Ва 27,9–228, Li до 23,8, La до 57,8, Sr до 105, Co до 13,2, Ni до 7,63, Mn до 709, Cr до

115, Cu 4,9–435, Zn до 89,9; в мг/т Bi до 46,6, Se 104–399, Te 72,7–463, Sb до 11,6, Au 6,89–225; в % S до 0,145–0,73. По первичным ореолам рассеяния южнее оз. Куслолки была выделена аномалия (Au-0,2 г/т, Cu, Te, Bi, Se), сопровождающаяся ореолами в моренных отложениях.

*На уч. Шаверки*, расположенном между озерами Куслолки и Шаверки (Г-3 на рис. 1, скважины С-1–12, С-24–36), были установлены тела габбро-пироксенитов, К-граниты и полевошпатовые щелочные метасоматиты. К заболоченной части реки Шаверки приурочена крупная аэромагнитная аномалия со значениями  $T_a=4000–7000$  нТл. На СВ берегу оз. Шаверки обнаружена аномалия интенсивностью 400 нТл, связанная с амфиболизированными габбро и пироксенитами

( $\chi=(2\div 6)\times 10^{-4}$ ). Метапироксениты имеют пироксен-амфиболовый состав, содержат биотит до 15 %, повышенное количество магнетита, ильменита, сфена, апатита. Измененные породы, связанные с этим комплексом, содержат реликты пироксена, плагиоклаз, сине-зеленую роговую обманку, эпидот, магнетит (25 %), ортит, циркон, монацит, апатит (1–3 %), сфен (2–5 %). Они имеют высокое значение магнитной восприимчивости  $\chi=(1\div 7)\times 10^{-2}–(1\div 5)\times 10^{-1}$  (С-5–6, 10–12, 26–27, 31), которое снижается в них в случае появления наложенных кварцевых прожилков. Со щелочными метасоматитами связаны аномальные концентрации: в г/т Y 9,35–28,8, La 19,8–74,1, Zr 8,66–22,9, Sr 32,8–311, Ba 41,7–140; P до 2650, Ti до 3290, Mn 125–561, а также S, Cu.

*На участке Солуха*, расположенном южнее оз. Солуха, вмещающие толщи представлены биотит-амфибол-кварц-плагиоклазовыми сланцами, гранат-биотитовыми гнейсами и магнетитсодержащими сланцами (Г-4, рис. 1). Они прорываются биотитовыми диоритами и гранодиоритами ( $\chi=(1\div 7)\times 10^{-4}–7\times 10^{-5}$ , С-37–41). Магнитная восприимчивость пород с прожилковой минерализацией сильно колеблется (от  $1\times 10^{-2}$  до  $(1\div 6)\times 10^{-4}$ ). Зоны с вкрапленностью сульфидов (пирит, халькопирит, пирротин, реже

молибденит) содержат: в г/т Ва 95,2–371, Li до 66,1, La до 158, Mo до 9,67, Bi 2,5–43,4, As 15, Co 5,44–36,8, Ni до 67,3, Mn 45,2–1420, Cr до 109, Cu 3,35–411,9; в мг/т Se 18,2–224, Te 12–82, Sb до 28,7, Au - 9,56; в % S до 1,61. Геохимическая аномалия определяется Cu, Se, Bi, Te, Au, As, Sb, Mo.

**Профиль Каппала–Горное** (Г-5, рис. 1) пересекает структуру с запада на восток от оз. Каппала до оз. Горное (аз. 280°). Породы на этом профиле, как и на уч. Солуха, представлены гранат-биотит-кварц-плагиоклазовыми гнейсами и сланцами (С-51–66). Вмещающие толщи секутся дайками архейских габбро-амфиболитов ( $\chi=(4\div 9)\times 10^{-4}$ , С-66, 54–57) и палеопротерозойских габбро-долеритов ( $\chi=(2\div 8)\times 10^{-2}$ , С-61-62), последние подобны комплексу СЗ даек на финской территории и на уч. Кадиламп-2. Вмещающие толщи прорываются диоритами и К-гранитами ( $\chi=(1\div 6)\times 10^{-4}$ – $(4\div 5)\times 10^{-5}$ , С-63-65, С-58–60).

Детальные геофизические работы (рис. 2), проведенные на профиле Каппала–Горное практически по всей его длине 3500 м, включали магниторазведку с шагом 10 м и электроразведку с шагом 20 м. Благодаря им установлены интенсивные аномалии до 3500 нТл, связанные с магнетитсодержащими дайками габбро-долеритов (мощностью до 50 м). Понижения  $\rho_k$  до 5000 Ом\*м в обоих субвертикальных контактах дайки связывается с сульфидной вкрапленностью. Спокойные магнитные поля (50–100 нТл и -100÷-150 нТл) приурочены к полям развития полосчатых гнейсов и К-гранитов.

В восточной части профиля на **уч. Горном** щелочные метасоматиты (альбититы) содержат магнетит, сфен, апатит и секутся наложенными сульфидно-кварцевыми прожилками, что вызывает совмещение аномалий разных химических элементов: P до 3 %, Cu 0,17-0,65 %, Se 1,48 г/т, Mo 0,017 %, Au 0,13-0,34 г/т, Te, Zn, Sb (С-115, 113).

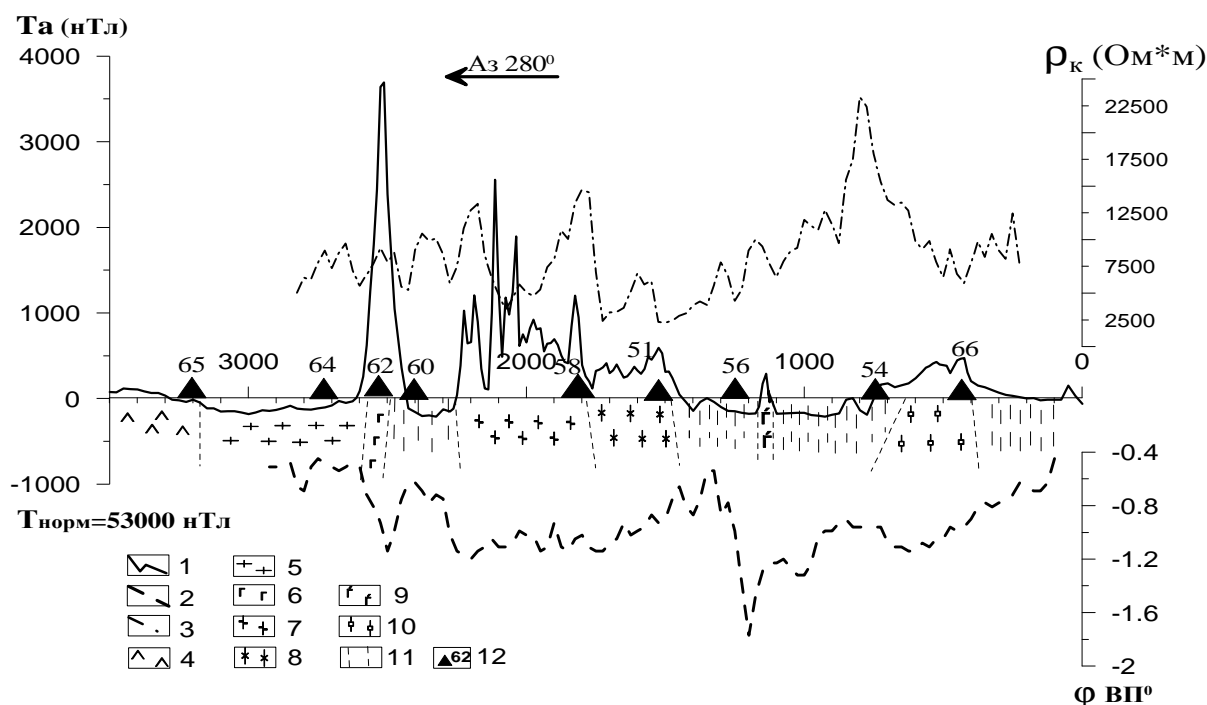


Рис. 2. Результаты геофизических наблюдений по профилю Каппала-Горное.

1 – график аномального магнитного поля, 2 – график параметра  $\phi$ ВП, 3 – график кажущегося удельного сопротивления, 4 – полосчатые гнейсы, 5 – К-граниты, 6 – габбро-долериты ( $PR_1$ ), 7 – сланцы с магнетитом, 8 – К-метасоматиты, 9 – габбро-амфиболиты ( $AR_1$ ), 10 – амфиболиты по базальтам, 11 – сланцы среднего-основного состава, 12 – скважины и их номера.

*Профиль Каппала-Кадилампи* дает представление о геологическом строении толщ между озерами Каппала и Кадилампи (Г-2 на рис. 1; скважины С-67–79 в табл. 3). На этом участке появляются амфиболиты и ультраосновные породы, подобные домену Пампало (Финляндия). Толща серпентин-хлорит-талък-тремолитовых сланцев по коматиитам установлена западнее оз. Кадилампи ( $\chi=(1\div 3)\times 10^{-2}-(1\div 7)\times 10^{-3}$ , С-67), а амфиболиты тянутся на север вплоть до озер Горное и Куслолки. Геохимическая аномалия на этом профиле приурочена к зоне с сульфидной вкрапленностью вблизи контакта небольшого тела гранитов с метакоматиитами. Зона характеризуется повышенными концентрациями: в г/т Cu 13,8–289, Zn 49,3–86,3; в мг/т Те 13,9–85,2, Se от 31,3–85,2 до 300.

**Уч. Каппала**, непосредственно прилегающий к границе с Финляндией, расположен на СВ продолжении домена Хоско между оз. Картицан и Каппала на российской территории. Он полностью перекрыт водно-ледниковыми и болотными отложениями повышенной мощности. По результатам геофизических работ выявлены магнетит-содержащие сланцы и метасоматы с неравномерным распределением сульфидов.

**Участок Кадилампи-2** располагается на северном берегу оз. Кадилампи. Геофизические работы позволили детально расчленить толщи и выявить базитовые дайки, имеющие СЗ простирание и близкое к вертикальному залегание среди метабазальтов и сланцев по вулканогенно-осадочной толще ( $\chi=(2\div 4)\times 10^{-4}$ ). Аномалии заверены скважинами, которые вскрыли массивные габбро-долериты ( $\chi=(2\div 8)\times 10^{-2}$ , С-80–86). Они имеют первичный пироксен-плагиоклазовый состав, содержат авгит, основной плагиоклаз, титаномагнетит (20 %) с решеткой распада ильменита, акцессорный апатит, вкрапленность сульфидов (до 1 %). Метаморфические изменения габбро-долеритов, в отличие от вмещающих толщ, не превышают зеленосланцевой фации. Породы выделяются повышенным содержанием железа и титана:  $\Sigma\text{Fe}$  - 18,67 %,  $\text{TiO}_2$  2,97-3,66 %, V до 0,6 %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  0,31-0,36 %. Они содержат Cu до 0,09 %, металлы Pt-группы (МПГ) и Au в сумме 0,1–0,48 г/т. Следует отметить, что в Финляндии и Западной Карелии в районе озер Тулос и Вуоттоярви подобные дайки СЗ простирания развиты достаточно широко. Южнее оз. Вуоттоярви в них известны содержания МПГ до 0,4 г/т, Au до 1 г/т.

**Участок Кадилампи-1** приурочен к небольшому двухфазному массиву (площадью 300x700 м), прорывающему вулканогенно-осадочную толщу. Центральная часть массива сложена розовато-серыми порфиroidными гранитами, установленными в обнажениях, канавах и вскрытых скважинами. Породы содержат вкрапленники крупного микроклина, плагиоклаз, кварц, биотит. Экзоконтактовое влияние гранитов

на вмещающие толщи проявлено в биотитизации или серицитизации вмещающих сланцев, образовании прожилковых кварц-эпидотовых зон.

Геофизические наблюдения на уч. Кадиламп-1 позволили оконтурить гранитный массив, в области спокойного геомагнитного поля со значениями  $T_a$  от -150 до -200 нТл. В западной части массива положительные магнитные аномалии интенсивностью 300–500 нТл, совмещены с зонами повышенного (до 9500 Ом\*м) кажущегося удельного сопротивления и существенного отклонения сдвига фазы ВП порядка -1,2°. Это связано с развитием в краевой части гранитного интрузива метасоматитов с магнетитом и сульфидами.

В центральной части гранитного массива зафиксированы две системы зон повышенного кажущегося удельного сопротивления (до 10000–12000 Ом\*м) связанные с кварцевым штокверком. Оси аномалий удельного сопротивления имеют доминирующее меридиональное простирание и реже аз. 340°. Штокверковая зона имеет мощность 50-100 м, она прослежена на 50–150 м. В центральной части уч. Кадиламп-1 к штокверку приурочена вкрапленно-прожилковая Au-Cu-Mo-S-минерализация, представленная пиритом, молибденитом, халькопиритом, иногда встречаются пирротин, сульфиды полиметаллов, шеелит, золото. Молибденит образует чешуйки мелкого и крупного размера. Содержание Mo достигает 1–1,53 %, Au 0,3 г/т. В западной части детального участка молибденитовая минерализация сменяется золото-халькопирит-пиритовой, содержание Au возрастает до 5,3 г/т. Золото сопровождается аномалиями Cu, Se, Te.

Опытно методические работы с использованием методики электротомографии сопротивления и вызванной поляризации (заряжаемости) позволили оконтурить штокверк и значительно уточнить его морфологию (рис. 3).

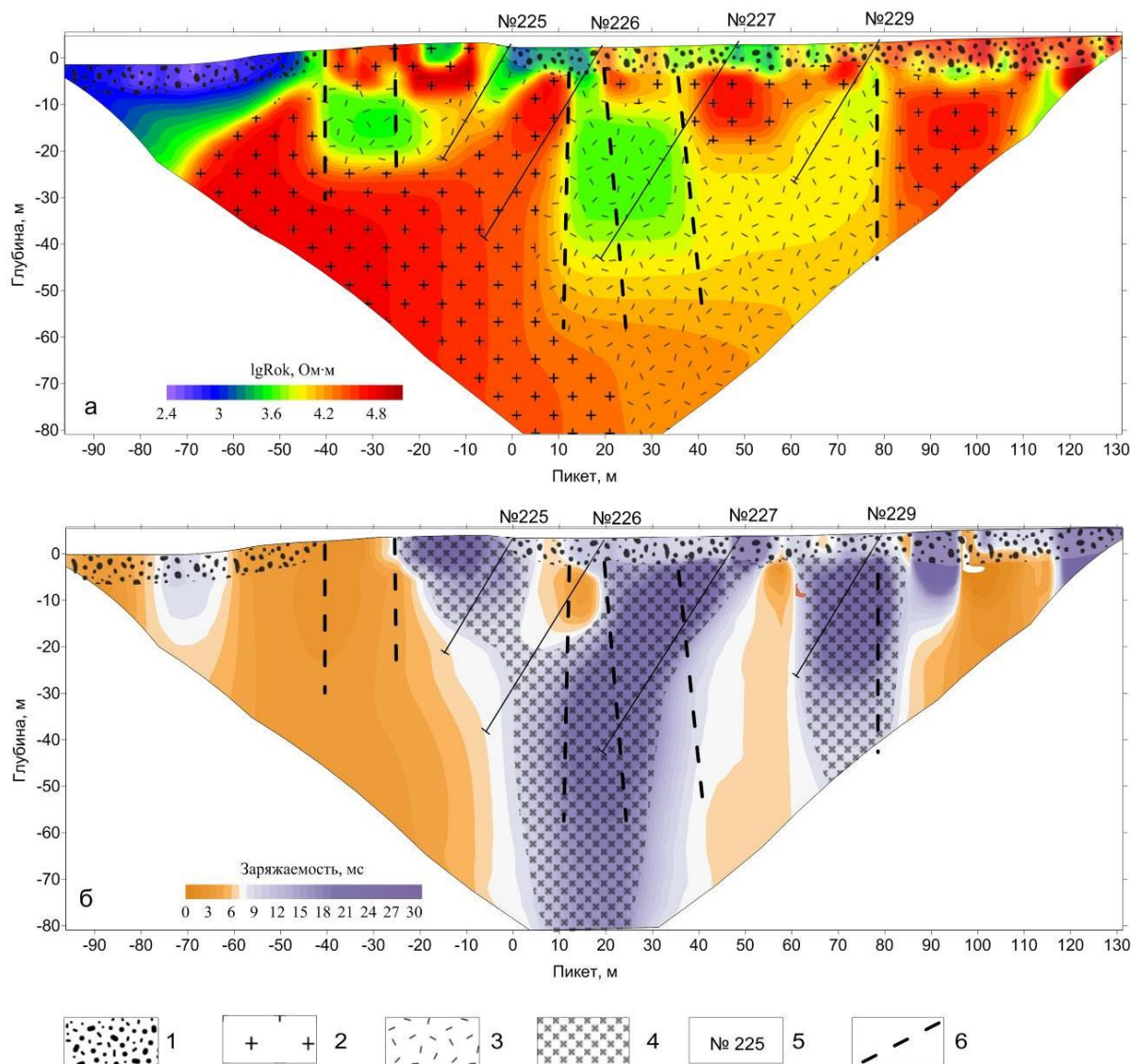


Рис. 3. Геоэлектрические разрезы сопротивления (а) и заряжаемости (б) на участке Кадиламп-1

### Перспективы рудоносности площади

По результатам геолого-геофизических исследований, на слабо обнаженной приграничной площади Западной Карелии, прослежено продолжение архейского зеленокаменного пояса Хатту из восточной Финляндии на российскую территорию. Проведена корреляция литотипов, оконтурены массивы гранитоидов, выделены толщи коматиитов, магнетитсодержащие сланцы, дайки палеопротерозойских габбро-долеритов и щелочные метасоматиты с магнетитовой минерализацией

сопровожаемые редкоземельной минерализацией. Установлено, что тоналитовый и гранодиорит-гранитный массивы западной Карелии по своим петрохимическим свойствам близки комплексам Куйттила и Вилуваара [2, 3]. В них и их ореолах на финской территории известны проявления золота и разрабатывается месторождение Пампало.

Геохимическое опробование Северной Приграничной площади позволило выделить рудопоявление и пункты минерализации золота, такие как Кадиламп-1 и 2, Куслочки, Солуха, Горное. Основные перспективы обнаружения золота на участке, как и на финской приграничной территории, связаны: 1 - с массивами и дайками тоналитов, гранодиоритов и гранит-порфиров (комплекс Кадиламп); 2 - с шир-зонами (зонами расланцевания и метасоматического изменения вмещающих пород в их ореолах). К 1-й группе отнесены проявления с металлогенической специализацией Mo, Cu, Te, Bi, Au – это Кадиламп-1, Куслочки. Ко 2-й – рудная минерализация Au, Cu, Te, Bi, Se шир-зон Кадиламп–Куслочки и Картицан-Каппала. К этим зонам приурочены такие проявления и пункты минерализации, как Горное, Солуха, Шаверки, Киви. С габбро-долеритами уч. Кадиламп-2 связано титаномагнетитовое оруденение с сопутствующими металлами Pt-группы и Au (в сумме 0,4 г/т).

#### Список литературы:

1. Комаров В.А. Электроразведка методом вызванной поляризации. – Л.: Недра, 1972. 344 с.
2. Нилов М.Ю., Юдин С.Н., Кулешевич Л.В. Геологическое строение и геофизические исследования Северной Приграничной площади зеленокаменного пояса Ялонвара-Хатту-Тулос // Геология и полезные ископаемые Карелии. –Петрозаводск, вып. 9, 2006, С. 100-120.
3. *Geological development, gold mineralization and exploration methos in the Late Archean Hattu Shist belt, Pomantsi, eastern Finland.* Ed. by Pekka A. Nurmi and P. Sorjonen-Ward // Geological Survey of Finland. Sp. paper 17. –Espoo, 1993. 386 p.
4. Eilu P., Pankka H. 2009. FINGOLD - a public database on gold deposits in Finland. Version 1. 1 [Electronic resource]. Espoo: Geological Survey of Finland. Optical disc (CD-ROM) URL: <http://en.gtk.fi/Geoinfo/DataProducts/latest/metadata/fingold.html>