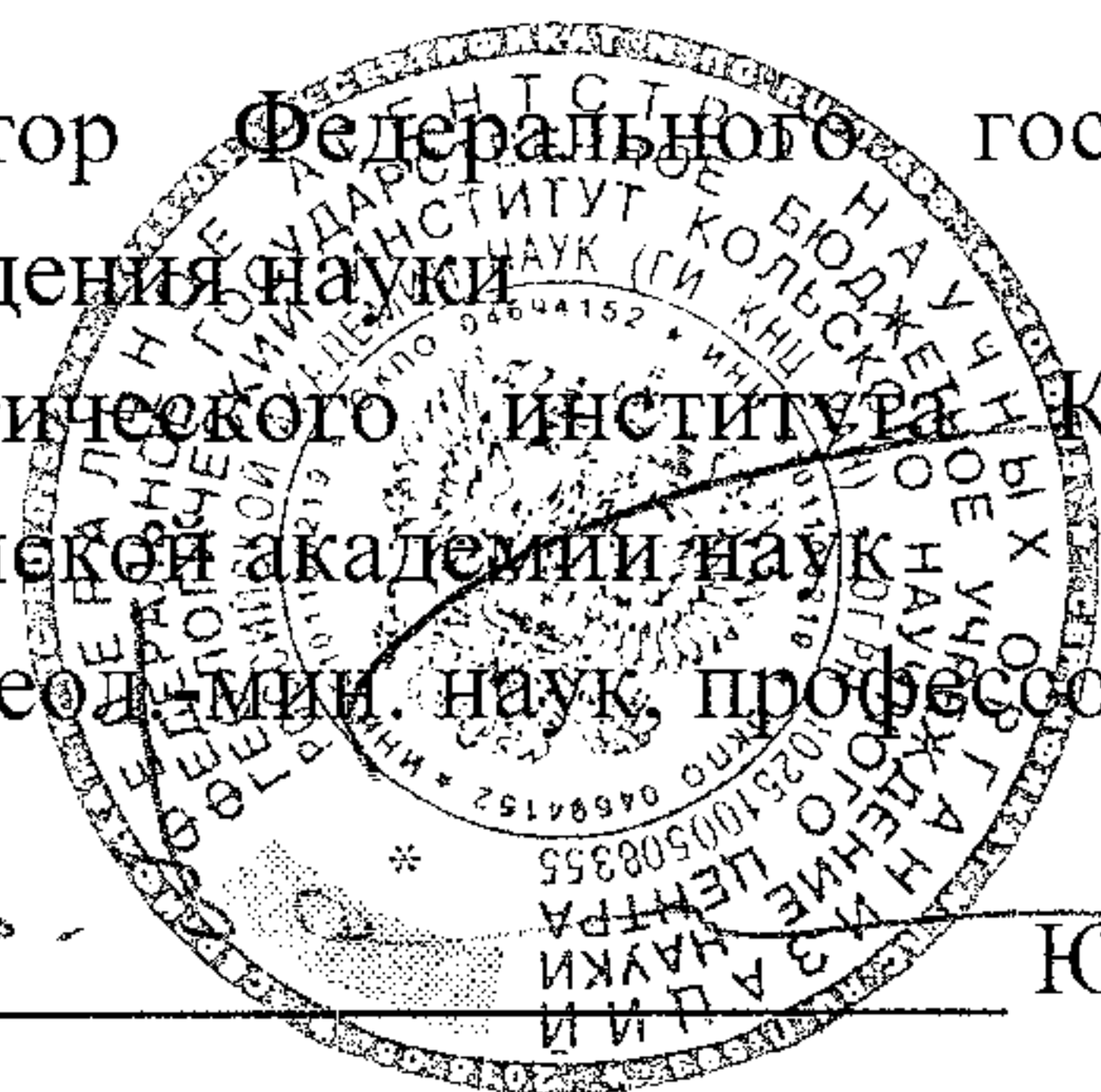


УТВЕРЖДАЮ

Директор ~~Федерального~~ государственного бюджетного  
учреждения науки  
Геологического института Кольского научного центра  
Российской академии наук  
докт. геол.-мин. наук, профессор

*Ю.Л.*



Ю.Л. Войтеховский

«24» марта 2017 года.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу **Дмитриевой Антонины Васильевны** «**Металлогеническая специализация неархейского умеренно-щелочного магматизма Центральной Карелии**», представленную на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 Геология, поиск и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения.

Диссертационная работа А.В. Дмитриевой построена по классической схеме и состоит из введения, семи глав (литературный обзор, возрастная позиция и геологическое положение санукитоидов Фенноскандинавского щита, геологическое строение изучаемых зеленокаменных структур и санукитоидных комплексов, петрографо-петрохимические особенности пород, геохимическая характеристика пород, рудная специализация санукитоидных массивов Центральной Карелии, металлогеническая специализация изучаемой территории и санукитоидных массивов), заключения, списка использованной литературы из 222 наименований, списка иллюстративного материала и табличных приложений. Каждая из глав заканчивается краткими выводами, что сильно облегчает восприятие излагаемого фактического материала. Уместно отметить, что вся работа написана сжатым, чётким и ясным стилем. Это, несомненно, одно из её достоинств и свидетельствует о научной зрелости диссертанта.

Работа А.В. Дмитриевой представляет собой многоплановую, всестороннюю, отвечающую современному уровню петрологических, минералогических и геохимических

*№ 95-11  
от 01.04.2017*

исследований, металлогеническую характеристику санукитоидных комплексов Центральной Карелии, являющихся типичными интрузивными проявлениями неоархейского умеренно-щелочного внутриплитного магматизма. Нужно отметить, что во всём Мире с середины восьмидесятых годов двадцатого века и до настоящего времени, санукитоиды являются важнейшим объектом для петрологических исследований. Такой интерес вызван двумя главными причинами:

- первая причина – петрологическая, обусловлена тем, что санукитоидные комплексы являются продуктами плавления обогащённых мантийных источников, а значит по ним можно изучать процессы метасоматоза мантии Земли в архее, при этом, широкие вариации породного состава санукитоидных комплексов позволяют оценить пространственную специфику этого метасоматоза;

- вторая причина – экономическая, обусловлена тем, что с санукитоидными комплексами могут быть связаны месторождения благородных, цветных и редких металлов.

На протяжении двух последних десятилетий санукитоиды Центральной Карелии также являлись объектом повышенного внимания для отечественных специалистов. Итогом их исследований явился ряд интересных публикаций и диссертационных работ, посвящённых различным аспектам геологии и петрологии этих санукитоидов, но металлогенический аспект в этих работах затрагивался мало и рудная специализация санукитоидных комплексов Центральной Карелии, оставалась открытой.

Представленная диссертация выгодно отличается от этих работ своей рудной направленностью. В результате комплексного изучения санукитоидных комплексов Центральной Карелии, в основе которого лежал целенаправленный сбор и обработка большого объёма фактического материала с использованием современных методов исследования, соискателем были сделаны следующие выводы, вынесенные в качестве защищаемых положений.

1. Неоархейские массивы санукитоидов Центральной Карелии разделяются на две группы – северную и южную. Массивы северной группы-I (Сяргозерский, Шаравалампи, Панозерский, Эльмусский, Западно-Хижъярвинский) сложно-дифференцированные, представлены пироксенитами, габбро, монцонитами и сиенитами, они прорывают разновозрастные вмещающие лопийские толщи, сопровождаются калишпатизацией и биотитизацией. Массивы южной группы-II (Хаутаваарский, Чалкинский, Коруд) развиты вдоль западной окраины Водлозерского блока, дифференцированы от габбро-монцодиоритов до граносиенитов и монцогранитов, они прорывают вмещающие толщи возраста 3,0–2,85 млрд лет.; изменения пород – эпидот-биотитовые и кварц-серицитовые.

2. Санукитоиды северной группы-I характеризуются высокой суммой щелочей (до 11,5 %) и  $mg\#$  (0,73–0,51), выделяются высокими концентрациями Ba (до 4300 ppm), Sr (до 4000 ppm), REE (до 1460 ppm) и одновременно высокими содержаниями Cr, Ni, V, Co. Особенности состава пород обусловлены их формированием из обогащенного мантийного источника. Санукитоиды южной группы-II характеризуются более низкими содержаниями REE (до 350 ppm), Ba (до 2000 ppm), Sr (до 1200 ppm) и повышенными концентрациями Th, Zr, Mo. Особенности состава пород обусловлены участием в процессе магмогенерации корового вещества.

3. Редкоземельная минерализация санукитоидных комплексов северной группы-I представлена алланитом, Се-содержащими эпидотом, титанитом и апатитом, бастнезитом; рудная – сульфидами (халькопиритом, борнитом), теллуридами Pt, Pd и Au ( $\Sigma ЭПГ + Au$  до 0,46 г/т). Жильная или штокверковая рудная минерализация массивов южной группы-II представлена пиритом, молибденитом, золотом, халькопиритом, галенитом, сфалеритом, пирротинном, Bi-Te-Ag-Pb-фазами в разных соотношениях. К Хаутаваарскому массиву приурочено штокверковое молибденит-золото-сульфидное проявление Центральное Хаутаваарское.

4. Металлогеническая специализация санукитоидных массивов северной группы-I – Ba-Sr-REE-P-Ti, их габбро-пироксенитовые дифференциаты сопровождаются (Au-Pt)-Cu минерализацией. Металлогеническая специализация санукитоидов южной группы-II – Au, Mo, полиметаллы, Bi, Te. Геологическое строение, петро-геохимические особенности и металлогенический анализ изучаемой территории позволяет северную часть площади рассматривать как область, формировавшуюся в условиях трансенции, обеспечившей поступление основных ультрамафитов. Внедрение массивов южной группы происходило вдоль окраины древнего Водлозерского блока в уже сформировавшуюся более мощную земную кору, что обеспечило значительное участие в области магмогенерации корового вещества.

Сделанные выводы основаны на большом фактическом материале и тщательном анализе. Достоверность выводов и большой личный вклад автора в решение проблем состава и рудной специализации санукитоидных комплексов Центральной Карелии подтверждается наличием публикаций в двух центральных журналах и в 19 местных изданиях, полностью отражающих главные выводы диссертации. Полученные результаты свидетельствуют о высокой профессиональной подготовке диссертанта, и соответствии рецензируемой работы всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.

Особо стоит отметить практическую значимость работы, отчасти то, что полученные соискателем материалы по рудной специализации санукитоидных комплексов Центральной Карелии переданы и внедрены в производственные геологические организации ООО «Онего-золото» (по Хаутаваарскому массиву), ООО «РМ-2013» (по массивам Эльмус и Шаравалампи). Кроме того, полученные данные могут быть использованы специалистами разных научных и производственных организаций, занимающихся изучением, как геологии Карелии, так и геологии раннего докембрия других регионов.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

В то же время в рецензируемой работе имеются небольшие небрежности и ряд положений имеющих неоднозначную трактовку, и которые могут рассматриваться как замечания, не умаляющие значимость работы.

В главе 4 "Петрографо-петрохимические особенности пород", при характеристике минерального состава пироксенитов Сяргозёрского и Устьволомского комплексов автор пишет, что они "...сложены клинопироксеном (70–85%), магнетитом и ильменитом (5–10%), F-апатитом (3–10%), титанитом (5–15%)". Как мы видим, в их составе даже не упоминается амфибол, хотя ниже по тексту автор указывает, что "Пироксен частично или полностью замещён тёмно-зелёной роговой обманкой". Отсюда следует, что эти породы вовсе и не пироксениты, а скорее рудные амфиболиты либо амфибол-клинопироксеновые породы. О том, что эти породы не могут являться пироксенитами, свидетельствуют и приведённые в работе химические анализы, простой пересчёт химических составов на нормы показывает, что перед нами изменённые щелочные габброиды, к такому же выводу можно прийти и без пересчётов, а просто используя классическую классификационную TAS-диаграмму.

В главе 5 "Геохимическая характеристика пород" автором из санукитоидных серий исключаются сиениты, потому что они принципиально отличаются от других членов серии низкой магнезиальностью, меньшим содержанием хрома, сильно фракционированным распределением REE и значительным обогащением Zr и Nb. Сделанный вывод вызывает сомнения, потому что перечисленные особенности как раз хорошо подтверждают образование сиенитов в результате кристаллизационной дифференциации в санукитоидной серии.

В главе 6 "Рудная специализация санукитоидных массивов Центральной Карелии" на основании изучения U-Pb системы титанита из зон P-Ti-минерализации автором делается вывод о том, что "Полученный архейский U-Pb возраст титанита фиксирует время щелочного метасоматоза, сопровождающего становление сиенитовой фазы и формирование апатит-титанитовой рудной минерализации". С данным выводом сложно согласиться, так как U-Pb возраст титанита отражает время, когда минерал остыл до температуры закрытия его

изотопной системы – температуры, при которой скорость потерь изотопов Pb за счёт диффузии становится незначительной по сравнению со скоростью его накопления. Согласно ряду работ основанных на петрологических наблюдениях, температура закрытия изотопной U-Pb системы титанита лежит в интервале 500–600°C (Castelli, Rubatto, 2002; Mezger et al, 1993 и др.). В тоже время мы знаем, что все санукитоидные комплексы Центральной Карелии, после своего становления, подвергались воздействию регионального метаморфизма отвечающего условиям эпидот-амфиболитовой либо амфиболитовой фаций, а значит термальное воздействие на санукитоиды было в пределах 500–700°C и оно должно было произвести перенастройку изотопной системы титанита. Поэтому полученный автором возраст отражает последнее тектоно-термальное событие в регионе способное изменить U-Pb системы титанита, а не возраст образования минерализации.

Мнение ведущей организации Федерального государственного учреждения науки Геологического института Кольского научного центра Российской академии наук состоит в том, что диссертационная работа Антонины Васильевны Дмитриевой «Металлогеническая специализация неархейского умеренно-щелочного магматизма Центральной Карелии», полностью соответствует критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор Антонина Васильевна Дмитриева заслуживает присвоения ей учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 – геология, поиск и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения.

Старший научный сотрудник  
лаборатории геологии и геодинамики  
Арктики ГИ КНЦ РАН, к.г.-м.н.



Петровский  
Михаил Николаевич

Заведующий лабораторией геологии  
и геодинамики Арктики ГИ КНЦ РАН,  
д.г.-м.н.



Козлов  
Николай Евгеньевич

Отзыв заслушан и обсужден на заседании лаборатории геологии и геодинамики Арктики (протокол № 1 от 16.03.2017), рассмотрен на заседании Учёного совета ГИ КНЦ РАН и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации 23 марта 2017 г., протокол № 3.

Сведения о ведущей организации: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (ГИ КНЦ РАН). Адрес: ул. Ферсмана, д. 14, г. Апатиты, Мурманская обл., Россия, 184209. Тел.: (815 55)-76567, (815 55)-79540, (815 55)-79597. Факс: (815 55)-76481. E-mail: [geoksc@geoksc.apatity.ru](mailto:geoksc@geoksc.apatity.ru).

Учёный секретарь ГИ КНЦ РАН, к.г.-м.н.

С.В. Мудрук

*Степанов*  
*Козлов*  
*Мудрук*

*24 03*