

В диссертационный совет 24.1.050.01 (Д 003.067.03) на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук
Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Кучеровского Глеба Алексеевича** «Архейский интрузивный базитовый магматизм западной окраины Водлозерского домена Карельской провинции Фенноскандинавского щита (этапы, геохимия, источники)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – Петрология, вулканология

Проблема эволюции базитовых расплавов на ранних этапах развития Земли является ключевой для понимания петрологических и геодинамических механизмов формирования архейской протоокеанической и протоконтинентальной коры, оценки термодинамических параметров магмогенеза и условий рудообразования. Петрологическое изучение архейских мафитовых серий, широко представленных в зеленокаменных поясах древних кратонов мира, позволяет получить важные данные о корово-мантийном взаимодействии, как в конвергентных, так и плюмовых обстановках. Вместе с тем, базитовые интрузии, тем более архейского возраста, – это очень сложный объект исследования. Это определяется не всегда очевидным соотношением интрузивов и вмещающих пород, сложным их многофазным внедрением, наличием нескольких этапов тектонических деформаций и метаморфизма, а также частым отсутствием в породах минералов – геохронометров, все это в комплексе делает проведение исследования нетривиальной задачей.

Диссертация Кучеровского Г.А. посвящена изучению мезо- неоархейских интрузивных комплексов базитового состава, локализованных в пределах Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса, приуроченного к западному флангу Водлозерского блока, который является древним ядром Карельского кратона.

В работе ключевое внимание уделено геологической характеристике интрузивных комплексов Палаламбинской и Остерской структур (Центральная Карелия, Ведлозерско-Сегозерский зеленокаменный пояс), обсуждаются результаты их геохимического и петрологического изучения, выполнена оценка времени внедрения базитовых интрузий методами изотопной геохронологии и модельно оценены условия магмообразования, что полностью соответствует выбранной специальности 1.6.3 – Петрология, вулканология.

Актуальность диссертационной работы определяется тем, что изучение геологической позиции, химического, изотопного состава и петрогенезиса архейских базитовых интрузий в зеленокаменных поясах ранней генерации Карельского кратона

важно для дешифровки инициальных режимов корообразования в регионе. Потенциально, это позволяет уточнить ранее установленные временные интервалы формирования магматических систем Водлозерского домена, их геодинамические и эволюционные модели.

Практическая значимость исследований заключается в возможности использования геохронологических результатов автора для уточнения стратиграфического положения пород архейского фундамента при проведении геологического картирования архейских образований Водлозерского домена.

Диссертация Кучеровского Г.А. базируется частично на авторском материале, собранном в ходе полевых работ в 2009-2018 гг., кроме того, привлечены пробы сотрудников ИГГД РАН, ранее изучавших данные объекты. В основе диссертации лежит изучение коллекция из 82 проб, по которым проводились аналитические исследования с применением современных методов анализа вещества (XRF, ICP-MS, SIMS, электронной микроскопии), с использованием сертифицированных международных методик и стандартов.

Апробация диссертации, включает обсуждение основных положений и результатов работы, проводилась на семинарах и конференциях. По материалам диссертационной работы опубликовано 17 печатных работ, в том числе 5 статей – в изданиях из перечня входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК, 3 – в изданиях, входящих в реферативные базы данных Scopus и Web of Science. Необходимо отметить, что из приведенного списка статей в качестве первого автора диссертант выступает в одной работе.

Диссертация Кучеровского Г.А. состоит из введения, пяти глав, общих выводов и заключения, имеет объем 136 страниц, включает 75 рисунков и 12 таблиц, а также одно приложение. Список используемой литературы включает 95 наименований.

Литературный стиль и оформление диссертации, к сожалению, не является образцовым, текст содержит многочисленные опечатки, неточности в таблицах, ошибки в подписях к рисункам, некорректные аббревиатуры, главы заканчиваются иллюстративным материалом и т.д.

В главе 1 на основе анализа литературных данных и авторских наблюдений обобщены данные по геологическому строению Карельского кратона, выделяемых в его пределах доменам (Водлозерском, Центрально-Карельском, Западно-Карельском), которые имеют индивидуальную геологическую историю формирования. Обсуждены элементы геологического строения изучаемых структур – Палаламбинской и Остерской.

К главе 1 имеются следующие замечания:

1) Легенды схем геологического строения содержат ошибки и не соответствуют представленному на рисунках картографическому материалу. Примеры: Рис. 1, условное обозначение 6 лишнее, далее нарушена логика всех пунктов; Рис. 1.1 – время формирования зеленокаменных поясов не соответствует современным представлениям, показаны инициальные этапы их формирования; Рис. 1.2 – Сумийский вулканизм показан только в Центрально-Карельском домене; отложения платформенного чехла разделены на два обозначения, но не расшифрованы, также на схеме нет масштаба; Рис.1.3 не является геологической картой, это вариант обобщенной схемы; на Рис. 1.4 не показан район работ, а именно – привязка объектов, отображенных на Рис.1.5, Рис.1.6 и Рис.1.7. Автор

приводит координаты локальных участков, но не показывает координатную сетку на обобщающих схемах, что делает их анализ затруднительным.

2) Автор использует термин «зеленокаменный пояс» по тексту с размытым «сутевым наполнением», периодически рассматривая все изучаемые структуры в ранге единого Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса, либо в варианте придания структурам ранга отдельных зеленокаменных поясов. При этом термину «зеленокаменный пояс» в работе не дано определения, и обоснование его использования для структур разного масштаба не приведено.

3) Рассматривая время формирования зеленокаменных поясов Карельского кратона, диссертант опирается на возрастные этапы инициальных стадий их заложения. По его мнению, развитие Ведлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса происходило в период 3.02–2.84 млрд лет, что не корректно, и не учитывает поздние этапы его эволюции (3.02–2.65 млрд лет).

4) В работе отсутствуют фотографии обнажений изученных интрузивных тел, что не позволяет сопоставлять приведенные зарисовки (схемы) с описанием объектов, приведенном в тексте и интерпретацией автора. Кроме того, для Палаламбинской структуры детальные полевые материалы полностью отсутствуют.

В главе 2, посвященной анализу геологического положения и петрографическому описанию интрузивных базитов и ультрабазитов, приводится минералогическо-петрографическая характеристика выделяемых групп базитовых интрузий.

К главе 2 имеются следующие замечания:

1) Автор не описывает методику отбора проб, их положение на изученных объектах, а также не приводит детального описания геохронологических проб и их соотношения с минералогическими и геохимическими пробами (анализами). Пример – Палаламбинская структура, где таких данных нет. В целом, на схемах в диссертации показано положение 23-х проб из обсуждаемых 82-х, что не позволяет оценить геологическое положение большей их части.

2) К типизации базитов в данной главе применены различные подходы, сначала использован метод выделения групп по типу пород, далее по времени внедрения, что затрудняет сопоставление выделенных групп в начале и основной части главы.

3) Из геологического описания следует, что габброиды первой временной группы мультифазны, но остается вопрос, материал какой фазы далее анализировался – ранней или поздней?

4) Петрографическая характеристика базитов в работе не содержит полную информацию о породообразующих минералах и акцессорных фазах. При описании методов исследования упоминается, что минералогическое изучение выполнялось с использованием СЭМ, есть приложение к диссертации с таблицами минеральных составов. Эти данные, однако, не использованы в работе, хотя на их основе могли быть получены дополнительные характеристики интрузивов, включая метаморфическую историю.

5) На фото шлифов, для обозначения минералов, использованы аббревиатуры, не соответствующие принятым IMA. На части фотографий, например, в подписи к рисунку 2.4 в пределах одного поля зрения обозначены олигоклаз-андезин и анортит, однако, их соотношения не обсуждаются.

6) Метаморфические преобразования изучаемых пород не превышают амфиболитовой (эпидот-амфиболитовой) фации регионального метаморфизма. Возникает вопрос о присутствии граната ряда альмандин-спессартин в «ранних» габброидах, который упоминается в тексте, но без подтверждения на рисунках и в приложении.

7) Стилистически странно звучат утверждения «Дайки высокомагнезиальных диоритов, сложены ... гнейсом», «Лейкогаббро (III) в районе Палой Ламбы представлены амфиболитами».

8) В петрографическом описании шлифов в тексте есть ошибки, так на стр. 31 написано, что «мусковит ... представлен ...зернами, плеохроирующими от желтого до коричневого цвета», это обусловило ошибку в названии пород «амфибол-мусковитовый гнейс». Фотографии шлифов этих пород в работе не приводятся.

9) На Рис. 2.14 опорные участки не подписаны, приходится ориентироваться по породной ассоциации. В условных обозначениях отсутствует знак 13. В корреляционной схеме габброиды 1, 3 и 4 этапов показаны как бескорневые, комагматичные вмещающей ассоциации, хотя далее в тексте говорится об их мантийном генезисе.

В главе 3 рассматриваются результаты изучения U-Th-Pb системы в цирконах исследуемых базитовых интрузий, даны оценки временных интервалов внедрения объектов и возраст метаморфических преобразований.

К главе 3 имеются следующие замечания:

1) Время внедрения «ранней» интрузивной фазы установлено по трем зернам циркона, лишь одно из которых конкордантно. Судя по тексту, данный объект (дайка) имеет мультифазное строение, расположен на контакте с вмещающими тоналитами и, вероятнее всего, не может быть информативным для решения поставленной задачи. Вывод о возрасте магматизма не может рассматриваться как корректный.

2) Оценка возраста внедрения габброидов «третьего» этапа в Палаламбинской структуре не проводилась, а основана на результатах классического U-Pb (ID-TIMS) метода. В таких сложных объектах циркон, несомненно, представляет смесь ксеногенных, метаморфических и магматических зерен. С большой долей вероятности полученная оценка возраста (2840 ± 30 млн лет) существенно завышена.

3) Оценка возраста завершающего этапа основного магматизма в районе оз. Остер составляет 2724 ± 27 млн лет при СКВО 0.42. Однако, дискордия построена лишь по четырем зёрнам циркона, где только одна точка конкордантна, а три – обратно дискордантны. С учетом того, что анализ проводился методом SIMS, полученная оценка возраста не может рассматриваться как кондиционная. Отмечая это, автор использует значение, полученное по «распределению плотности вероятности возраста Pb-Pb системы», но не приводит параметров расчетов, включая использованные изотопы Pb.

4) Проведенные автором работы по датированию интрузивных образований изучаемых структур не позволяют уверенно выделить четыре этапа архейского базитового магматизма с возрастом 3.02 млрд лет, 2.89 млрд лет, 2.86 млрд лет и 2.72 млрд лет в пределах западной окраины Водлозерского домена. Можно только предполагать мезо- и неоархейский этапы. Отталкиваясь от истории формирования стратотектонических ассоциаций Водлозерско-Сегозерского зеленокаменного пояса, по мнению оппонента, в его северо-восточной части можно уверенно говорить о существовании трех возрастных уровней архейских интрузивных базитов: 1) комагматичного коматиитовым комплексам с

временем формирования 3.00–2.96 млрд лет; 2) первично связанного с андезитами вулканических дуг в интервале 2.89–2.86 млрд лет; 3) поздним этапом развития – 2.74–2.68 млрд лет.

Положительным результатом работы является определение возраста габбро-анортозитов Остерской структуры.

В главе 4 приводится характеристика химического состава интрузивных базитов изучаемых структур, геохимическая типизация выделяемых автором возрастных групп.

К главе 4 имеются следующие замечания:

1) Сопоставление геохимических характеристик «ранних» габброидов и базальтов проводится на статистически незначимой выборке, хотя литературных данных достаточно. В разрезе Палаламбинской структуры выделяются несколько уровней базальтов, неясно, с какими из них проводилось сопоставление.

2) На серии рисунков 4.1.2 – 4.1.5 в обозначениях отсутствуют базальты, хотя составы габброидов с ними сопоставляются.

3) Геохимическая характеристика габбро и диоритов «второго этапа» близка островодужным образованиям, для которых характерны метасоматизированные мантийные источники, приуроченные к супрасубдукционным обстановкам.

4) В тексте две таблицы с одинаковыми номерами «Табл. 4,5», но с разным содержанием, на стр. 78 и 83.

5) В приведенных таблицах (4.1, 4.2, 4.4, 4.5, частично в 4.5 на стр.83) суммы содержания петрогенных элементов не соответствуют приведенным значениям. В таблице 4.2 приведенные автором отношения $(La/Yb)_n$ и $(Gd/Yb)_n$ не соответствуют значениям этих отношений, рассчитанных исходя из приведенных в таблице концентраций. В очередной раз возникает вопрос о качестве первичных данных и аккуратности диссертанта при их обработке.

6) К исходно используемой в работе схеме типизации интрузивных образований, основанной на составе пород, которая далее по тексту заменяется разделением их по времени внедрения, добавляется новая группа пород, выделенная уже по элементам простиранья (...состав даек СВ простиранья Остерозера). Воспринимать материал становится еще труднее.

7) Автор выделяют различные геохимические типы габброидов, относимые (или подобные) к толеитовой, бонинитовой, известково-щелочной, коматиитовой сериям. При этом обсуждаются единые модели формирования их в плюмовых обстановках, что совершенно не согласуется с геохимическими данными.

В главе 5 обсуждаются эволюционные модели выделенных ранее геохимических типов интрузивных пород, приводятся результаты исследования Sm-Nd изотопной системы в породах изученных интрузивов. Автор реконструирует состав мантийных источников, предлагает модели образования расплава с учетом P-T параметров магмогенерации.

К главе 5 имеются следующие замечания:

1) Расчет значений T_{DM1} и T_{DM2} проводится на основании полученных возрастов циркона, часть которых не может рассматриваться как надежные, что делает дальнейшее обсуждение безосновательным.

2) Массу вопросов вызывает подход автора к интерпретации Sm-Nd изотопных данных, в том числе к построению диаграмм $eNd-t$. Какой петрогенетический смысл имеет оценка вариаций значений eNd в интервале возрастов 0–3.5 млрд лет при рассмотрении генезиса архейских базитов?

3) Несмотря на то, что автором выделены различные геохимические типы интрузивных базитов, для которых установлены признаки вклада субдукционной компоненты и контрастных по составу мантийных источников, все они в итоге отнесены к единому геодинамическому типу, связанному с плюмовыми обстановками. Непосредственно в работе автора достаточно геологических, геохимических аргументов в пользу геодинамической модели формирования зеленокаменных комплексов в плюмплейт-тектонических режимах, но они автором не обсуждаются.

4) Модели процессов формирования габброидов, представленные автором, основаны на довольно старых и примитивных подходах, оперирующих вариациями содержаний CaO и Al_2O_3 (Herzberg, 1995). Применимость этого подхода к метабазитам и оценки подвижности Ca при метаморфизме автором не рассматриваются.

5) Автор использует дискриминационные диаграммы для оценки состава источников базитов, однако, далеко не всегда оценивает их применимость для конкретных пород. На рис. 5.7 на диаграмме $Mg8-Ti8$ точки составов диоритов Палой Ламбы выходят за пределы полей, что говорит о том, что эта диаграмма не может быть корректно использована в применении к данным породам, следовательно, обсуждение мантийного метасоматоза или наличия амфибола в рестите на основании этой диаграммы является спекулятивным.

В заключении резюмируются основные результаты исследования, дается обоснование выделения 4-х этапов интрузивного магматизма, описываются условия генерации расплавов и типы мантийных источников.

Подводя итог, следует отметить, что диссертация производит двойственное впечатление. С одной стороны ее автор знаком с проблемами докембрийской геологии, владеет навыками сбора полевой и камеральной информации, умеет анализировать литературные источники, пользуется методами геохимической и изотопно-геохимической интерпретации данных, и, что крайне важно, обладает опытом убедительного представления результатов своих исследований в докладах на конференциях. С другой стороны, диссертационная работа и ее реферат, вызывают много критических замечаний и демонстрируют небрежность диссертанта.

В целом, идеи, лежащие в основе диссертационной работы Кучеровского Глеба Алексеевича актуальны и важны. Несомненно, цели, поставленные в работе, труднодостижимы, из-за сложного строения интрузивных тел, проблем с их картированием, а также значительной и неоднородной метаморфической переработкой базитов, что негативно влияет, как на качество аналитических данных, так и на варианты интерпретации полученных результатов. Автор, несомненно, собрал все, имеющиеся в его распоряжении, данные и постарался представить законченный научный труд. Большая часть фактического материала, положенного в основу работы, может обеспечивать достоверность результатов.

Несмотря на большой объем замечаний, логика в изложении материала присутствует, научный стиль изложения далек от ожидаемого, но позволяет понять

формирование логических выводов автора. Диссертация содержит большое количество иллюстраций и аналитических таблиц, хотя и не лучшего качества. В целом диссертация Кучеровского Глеба Алексеевича представляет собой законченный научный труд.

Сформулированные соискателем защищаемые положения вытекают из представленных результатов исследования и имеют авторское обоснование. Научная новизна присутствует. Результаты исследования апробированы на региональных и всероссийских конференциях и опубликованы в 17 печатных работах, в том числе 5 – в изданиях рекомендованных ВАК, 3 статьи в изданиях, входящих в базы Scopus и Web of Science.

Автореферат и публикации диссертанта отражают содержание работы, а сама диссертация заслуживает положительной оценки.

Диссертационная работа Кучеровского Г.А. «Архейский интрузивный базитовый магматизм западной окраины Водлозерского домена Карельской провинции Фенноскандинавского щита (этапы, геохимия, источники)» по объему и глубине исследования, актуальности, научной новизне, достоверности результатов удовлетворяет всем квалификационным требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденных Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 16.10.2024), а ее автор Кучеровский Глеб Алексеевич заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – Петрология, вулканология.

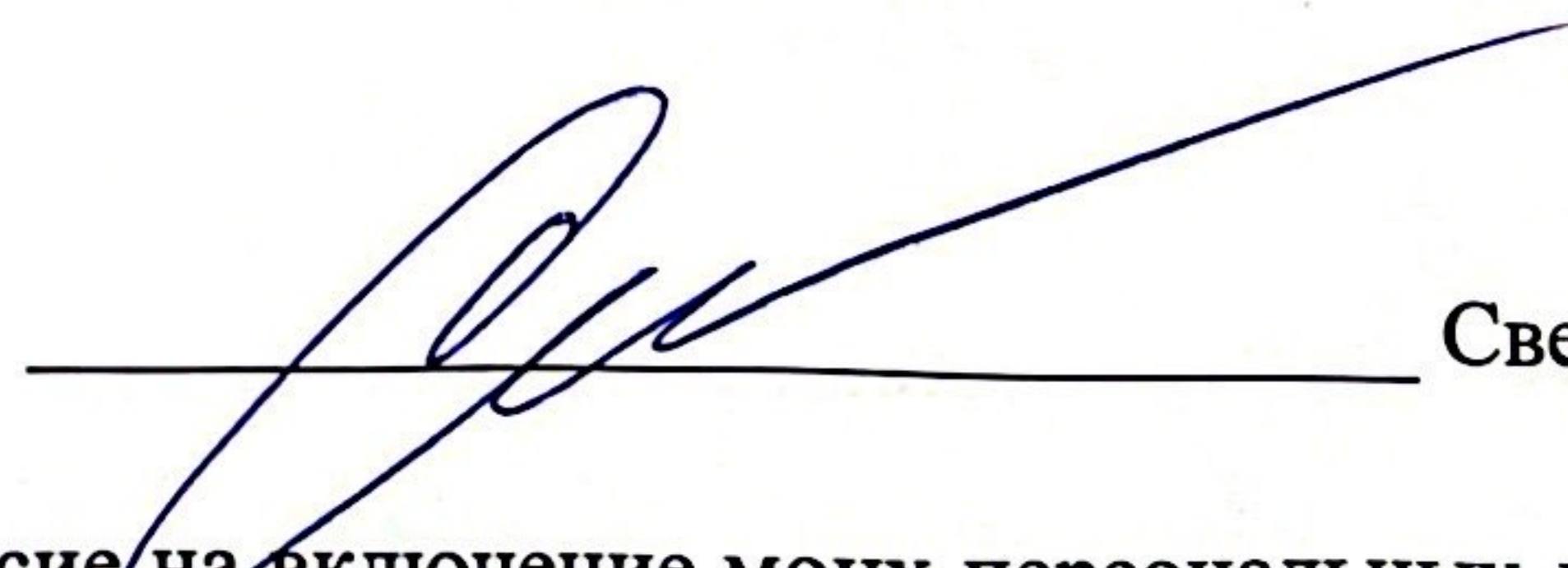
Официальный оппонент:

Светов Сергей Анатольевич, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, директор Института геологии – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр РАН» (ИГ КарНЦ РАН)

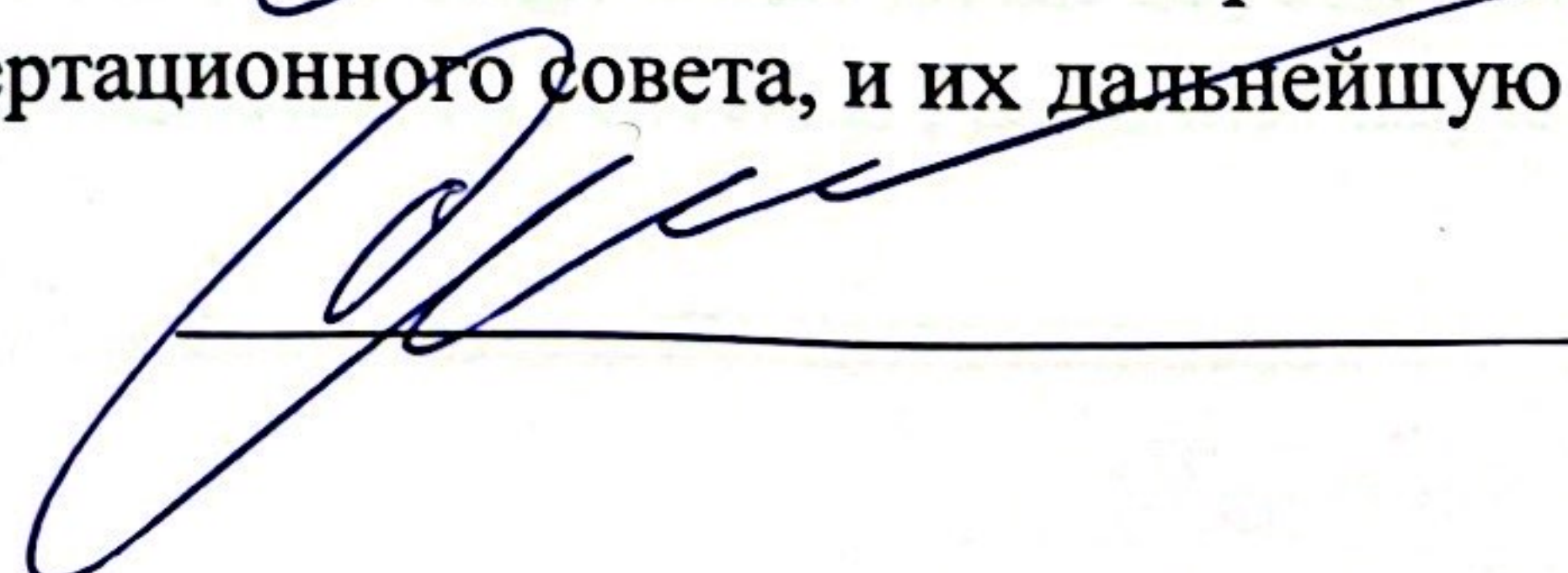
Адрес: Российская Федерация, 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская 11

Тел. +7 9217264903

Электронная почта: ssvetov@krc.karelia.ru

 Светов С.А.

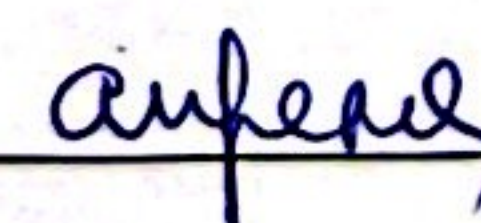
Я, Светов Сергей Анатольевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

 Светов С.А.

Собственноручную подпись Светова С.А. удостоверяю.

Ученый секретарь КарНЦ РАН, кандидат биологических наук

 Фокина Наталья Николаевна

21  2025 г.

