

551.72 : 703 : 061.3

К созданию хронособытийной модели эонотемы

В.З. Негруца

Геологический институт КНЦ РАН

Аннотация. Обосновывается соответствие раннепротерозойской (карельской) эонотемы Общей стратиграфической шкалы России (ОСШ) требованиям эталона основного таксономического подразделения Международной стратиграфической шкалы (МСШ). Установлено, что геологические процессы, о вещественные в Карело-Кольском стратотипе нижнепротерозойской (карельской) эонотемы очерчивают полный мегацикл взаимосвязанного развития всех внешних и внутренних геосфер в период между позднеархейской и раннепротерозойской эпохами кратонизации земной коры. Типовые региональные стратиграфические подразделения карельской эонотемы проявляют правильную периодичность осадконакопления и денудации, магматизма, структурно-тектонических деформаций и метасоматоза девяти соподчиненных рангов. Каждое такое подразделение может быть закреплено выбранной точкой стратотипа его границы. Аргументированы перспективы Карелии и Кольского полуострова для создания межрегиональной системы стратотипов и точек естественноисторических реперов границ геохронологических подразделений нижнего (дорифейского) протерозоя Северной Евразии.

Abstract. Correspondence of Early Proterozoic (Karelian) aeonothem of the General Stratigraphic Scale of Russia to requirements of the standard of basic taxonomic subdivision of the International Stratigraphic Scale has been substantiated. It has been established that geological processes taken place in the Karelian-Kola stratotype of the Lower Proterozoic (Karelian) aeonothem have outlined the whole megacycle of correlated development of all external and internal geospheres in the period between Late Archaean and Early Proterozoic cratonization of the Earth's crust. Standard regional stratigraphic subdivisions of the Karelian aeonothem have shown right periodicity of precipitations storage and denudation, magmatism, structural and tectonic deformations. The perspectives of Karelia and the Kola Peninsula for creation of interregional system of stratotypes have been considered.

Ключевые слова: нижний протерозой, карельская эонотема, типовые региональные подразделения, точка стратотипа границ, общая стратиграфическая шкала, геохронология

Key words: Lower Proterozoic, Karelian aeonothem, standard regional subdivision, boundary stratotype point, general stratigraphic scale, geochronology

1. Введение

Геологическое картирование северной Евразии и научно-исследовательское обеспечение связанных с этим методологических задач привело к всеобщему признанию российскими геологами единства стратиграфии и геохронометрии всего разреза стратисферы независимо от возраста, структурно-вещественных и прочих характеристик стратиграфических единиц (*Стратиграфический кодекс...*, 2006). Фундаментальным требованием такого единства является определение стратиграфических подразделений стратотипом. В соответствии с этим, основные подразделения общей стратиграфической шкалы докембрия России охарактеризованы региональными стратотипами с их собственными названиями. В сводном разрезе докембрия Северной Евразии обособлены четыре стратона ранга эонотемы. Три эонотемы-стратона I ранга, составляющие полный разрез кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы, относятся к нижнему докембрию, объем которого определяется стратиграфической структурой региональных подразделений Карело-Кольской стратотипической площади нижнего докембрия России: саамского (нижнеархейского), лопийского (верхнеархейского) и карельского (нижнепротерозойского) структурно-вещественных комплексов. Четвертый верхнепротерозойский стратон I ранга, составляющий верхнепротерозойскую эонотему – предфанерозойскую часть осадочного покрова платформы, представлен рифейскими и вендскими образованиями Волго-Уральской стратотипической области. Все четыре основных докембрийских подразделения по своей историко-геологической сущности и временной продолжительности соизмеримы друг с другом (около 1000 млн лет каждый), тектоно-стратиграфически сравнимы с фанерозоем (*Негруца*, 1979). Вместе с тем они качественно различаются между собой по детальности и достоверности расчленения, что объясняется увеличением разрешающей возможности хронологической периодизации осадочных отложений по мере продвижения во времени и возрастания хронологической информативности биотической компоненты неметаморфизованных отложений верхнего протерозоя и фанерозоя (*Семихатов и др.*, 1991; *Стратиграфическая схема...*, 2000; *Решение III Всероссийского...*,

2001; *Общая стратиграфическая...*, 2002; *Постановление по общей...*, 2002). По этому показателю переходное положение между архейским вулканогенно-осадочным и позднепротерозойским биолитогенезом занимает карельская эонотема.

Стратотипом нижнепротерозойской (карельской) эонотемы служит достаточно детально аргументированная Карело-Кольская стратиграфическая схема (*Решение III Всероссийского...*, 2001). Апробированная региональными межведомственными стратиграфическими совещаниями, эта схема обеспечивает хроностратиграфическую периодизацию карельской эонотемы с детальностью до надгоризонтов, горизонтов и иерархически соподчиненных им местных стратиграфических единиц, соответствующих рангам эратемы, системы, отдела и более мелких таксономических подразделений фанерозоя (*Харитонов*, 1960; 1966; *Кратц*, 1963; *Кратц и др.*, 1971; 1978; 1984; *Богданов и др.*, 1971; *Негруца*, 1979; 1984; 1995; 1997; *Негруца, Хейсканен*, 2001; *Ранний докембрий...*, 2005). Каждая из обособленных стратиграфических единиц достаточно полно охарактеризована конкретными послойно изученными разрезами, среди которых могут быть определены претенденты для согласованного выбора среди них стратотипов общих подразделений и точек их границ.

Цель статьи – обобщить, на примере внутренней структуры типовых региональных стратиграфических подразделений карельской эонотемы, наличие достаточно разработанной эмпирико-теоретической основы создания общей хроностратиграфической меры докембрия и фанерозоя, как альтернативы и прогностической предпосылки дальнейшего совершенствования пространственно-временных закономерностей геологического овеществления времени.

2. Основания хронометрической детализации структуры карельской эонотемы

Региональные подразделения карельской эонотемы фиксированы опорными разрезами 28-и изолированных тектонических прогибов, представляющих эрозионные останцы нижнепротерозойского осадочного чехла восточной части Балтийского щита. Все они отличаются друг от друга фаціальным составом и интенсивностью структурно-метаморфического преобразования пород, а соответственно, и положением в общей палеогеографической и палеотектонической структуре региона (*Негруца*, 1984; 1985). Существенные изменения состава, полноты стратиграфической колонки и других историко-геологических признаков прослеживаются и внутри отдельных прогибов.

Сводные стратиграфические схемы каждого прогиба представляют итог послойного литогенетического изучения и корреляции конкретных типовых разрезов стратиграфических единиц, прослеженных картированием и изображенных на крупномасштабных геологических картах как серии, свиты, подсвиты, пачки, слои. Хронологическими критериями трассирования одновозрастных стратиграфических единиц и корреляции изолированных разрезов служат структурно-вещественные признаки, отражающие историческую направленность процессов гипергенеза, пространственно-временные закономерности изменения состава областей денудации и структуры осадочных бассейнов в процессе литогенеза, влияния вулканизма и сопутствующих эндогенных явлений на образование и литификацию осадочных отложений. Полученные таким образом сводные для отдельных прогибов стратиграфические разрезы коррелированы между собой на основе совокупности неповторимых взаимозаменяемых хронологических признаков временных единиц в их циклометрической иерархической соподчиненности, непрерывной событийной последовательности и фаціальной изменчивости. Ключевыми критериями являются совокупности хронологических характеристик динамики бассейнов осадконакопления, проявленной в периодичности трансгрессий и регрессий, обуславливавших миграцию во времени и в пространстве береговых линий осадочных бассейнов. Существенное хронологическое значение имеют следствия воздействия на седиментогенез эндогенных процессов, а также палеогеографическое взаиморасположение зон седиментации на идеальном фаціальном профиле побережье – осевая зона осадочного бассейна. Индикаторами, определяющими положение конкретных разрезов на фаціальном профиле, служат литодинамические и палеовулканические характеристики пространственно-временных закономерностей эволюции денудационно-седиментационной системы и физико-химических сред дифференциации седиментогенного вещества. В итоге устанавливаются временные и латеральные фаціальные ряды отложений и их структурно-метаморфических преобразований. Ассоциации пород полного трансгрессивно-регрессивного цикла и соподчиненных макроритмов осадконакопления и магматизма выделяются как серии и свиты местных схем, одновозрастные латеральные ряды которых определяются, соответственно, как надгоризонты и горизонты региональной стратиграфической шкалы. Каждая выделенная таким способом стратиграфическая единица рассматривается как овеществленное неповторимое время образования стратиграфической единицы в её полнообъемной эволюционной завершенности и непрерывном хронометрическом ряду подразделений единой региональной последовательности.

Региональные стратиграфические подразделения представляют результат сравнительной событийной хронологической оценки иерархической соподчиненности местных стратиграфических единиц и анизохронности границ, обусловленной убыванием полноты овеществления слоеобразующих процессов в направлении от осевых зон бассейнов устойчивого осадконакопления к их побережьям и областям денудации. Стратотипами служат полные (непрерывные) разрезы, отличающиеся отсутствием стратиграфических перерывов и/или сводные стратиграфические колонки, составленные путем корреляции разрезов без перекрытий и перерывов. Установленная таким путем стратиграфическая схема, вскрывает естественноисторический процесс взаимосвязанного пульсационного развития всех эндогенных и экзогенных геосфер. Несогласия и связанные с ними стратиграфические перерывы приобретают при такой корреляции роль историко-геологических мер продолжительности овеществленных в них тектонических, палеогеографических и палеоклиматических (палеоэкологических) событий, что позволяет оценить реальную продолжительность стратиграфических перерывов (стратиграфически неовеществленного времени) и, таким образом, повысить достоверность и детальность историко-геологической хронометрии (Негруца, Негруца, 1988).

Общепризнано расчленение карельского комплекса на шесть единых для Карело-Кольской денудационно-седиментационной системы соподчиненных ему региональных стратиграфических подразделений ранга надгоризонтов (снизу вверх): сумийское, сариолийское, ятулийское, людиковийское, калевийское, вепсийское (Кратц и др., 1984; Негруца, Хейсканен, 2001). Каждое такое подразделение знаменует собой завершённый цикл взаимосвязанного развития экзогенных и эндогенных геосфер продолжительностью 160-200 млн лет и отчетливо делится на единицы соподчиненных рангов: свиты, подсвиты, пачки, подпачки, слои. Свиты и подсвиты проявляют периодичность трансгрессивно-регрессивных процессов образования и преобразования слоистых толщ, позволяющая классифицировать их по дихотомическому закону и трассировать как хроностратиграфические единицы определенной относительной продолжительности. Это, однако, остается пока лишь поисковым допущением (Негруца, 1979; 1985; 1990; 1994; 2007), недостаточно апробированным эмпирическими данными изотопной хронологии.

Региональные стратиграфические единицы типовой стратиграфической последовательности согласно канонам фанерозойской стратиграфии служат эталонами подразделений ОСШ. Присвоение надгоризонтам карельского комплекса статуса эталонов межрегиональной корреляции II Всесоюзным (Уфа, 1990) и III Всероссийским (Апатиты, 2000) совещаниями "Общие вопросы расчленения докембрия" признано преждевременным из-за отсутствия достаточно надежных изотопно-геохронологических реперов для их трассирования на всю территорию Северной Евразии. На региональном уровне принято трехчленное, на межрегиональном – двухчленное деление карельской зонотемы (Семихатов и др., 1991; Решение III Всероссийского..., 2001).

Три нижних (сумийский, сариолийский, ятулийский) надгоризонта объединены в нижнекарельскую эратему. Верхние три надгоризонта (людиковийский, калевийский, вепсийский) составляют верхнекарельскую эратему. Граница между эратемами определена по основанию людиковия как знаменующего "важную биосферную перестройку, получившую отражение в исчезновении глобальной ятулийской положительной $\delta^{13}\text{С}$ аномалии, и переход от преимущественно красноцветных эвапоритовых отложений к широко распространенным черносланцевым комплексам", и крупные события, связанные с раскрытием Свекофенского палеоокеанического бассейна. Стратотипическим разрезом с точкой этой границы следует считать основание заонежской свиты людиковия в разрезе Кузоранда-Типиница Заонежского полуострова, где эта свита согласно залегает на туломозерской свите верхнего ятулия. Изотопный возраст границы принят равным 2100 млн лет на основании датировок, полученных на территории юго-восточной Финляндии..." (Общая..., 2002). Очевидно, что дальнейшее совершенствование ОСШ зависит от успеха в разработке неповторимых систем взаимозаменяемых хронологических (геодинамических, палеоклиматических, биотических, палеогидросферных, изотопно-геохимических) признаков и фиксации точек границ типовых региональных подразделений конкретными хроностратиграфическими реперами.

Ключевыми критериями стратиграфического возраста подразделений и временной корреляции докембрия служат результаты изотопной хронологии. Значение в связи с этим историко-геологических реперов как реперов изотопной геохронологии оценивается по-разному, однако их неразрывность и взаимообусловленное единство апробировано опытом геологического картирования. Очевидно, что стратиграфическая геохронология, в сравнении с изотопной хронологией, обеспечивает несравненно большую детальность расчленения разрезов. Практически же особенно важно то, что только на строго стратиграфической основе решаются задачи крупномасштабного геологического картирования, поисково-оценочных и разведочных работ, независимо от степени метаморфизма и тектонических деформаций пород. Вместе с тем достаточно очевиден, во-первых, сравнительный потенциал относительной и абсолютной (изотопной) геохронологий, как единство взаимно контролирующихся друг

друга мер временной последовательности, событийной сущности и продолжительности процессов образования и преобразования осадочно-вулканогенных отложений, переработанных в термобарических условиях глубинного петрогенеза. Во-вторых, неоспоримо значение историко-геологических реперов, как конкретных, реально доступных и строго определенных, неизменных ориентиров для независимых дальнейших исследований проблем объективно многовариантных ретроспективных палеорекопструкций. В-третьих, фиксация естественноисторических реперов точными датами их возраста – необходимое и важнейшее условие оценки воспроизводимости результатов геохронологии и дальнейшего совершенствования общей стратиграфической шкалы как геологического "хронометра" (Прозаровский, 2000) докембрия в сравнении с фанерозоем.

Применительно к задачам совершенствования знаний хроностратиграфической структуры нижнего протерозоя – карельской эонотемы Северной Евразии, первоочередным является определение объема и ранга её типовых хроностратиграфических подразделений. Практически это связано с разработкой согласованной (общей) сети опорных разрезов и эталонов границ подразделений нижнего протерозоя Балтийского щита.

3. Границы и объем карельской эонотемы

Нижнюю границу карельского комплекса – стратотипа карельской эонотемы и, соответственно, рубеж между археем и протерозоем исследователи Балтийского щита, так же, как и других раннедокембрийских провинций мира, единогласно связывают с "главным" несогласием, как следствием кардинальной структурно-метаморфической и палеогеографической перестройки в истории континентальной коры. Определение этого несогласия в разное время проводилось по основанию ятулия (Тимофеев, 1935; Гилярова, 1974), по основанию сариолия (Eskola, 1919; Эскола, 1967; Харитонов, 1941; 1960; 1966), по основанию лопия (Иностранцев, 1877; Кратц, 1963), по основанию суйсария (Судовиков, 1939). В 70-ые годы XX столетия, после длительной дискуссии, установилось согласованное понимание: граница архея и протерозоя на Балтийском щите фиксирована основанием сумия, как знаменующего главную структурно-метаморфическую перестройку земной коры (Негруца, 1963; 1971; 1979; Богданов и др., 1971; Кратц и др., 1978; 1984; Соколов, Галдобина, 1982; Шуркин и др., 1979; Негруца, Негруца, 1968; 1979; Салон, 1982). Это и закреплено в ОСШ–2000 (Семихатов и др., 1991; Негруца, Хейсканен, 2001; Решение III Всероссийского..., 2001; Общая..., 2002). Что же касается отличительных структурно-вещественных характеристик, трассирования границ, определения объема и внутренней структуры сумия, а соответственно, и сариолия, как самостоятельных хроностратиграфических подразделений, то всё это остается дискуссионным (Негруца, 1963; 1971; Синуцин, 1969; Негруца Т., 1979; 2000; Хейсканен и др., 1977; Ранний докембрий..., 2005). Тем самым сохраняется исключительно большой простор для интерпретации дат изотопного возраста и определения возраста нижней границы карельской эонотемы конкретной датой астрономического времени (Кратц, Шуркин, 1960; Кратц, 1963; Негруца, 1979; 1984; Негруца, Хейсканен, 2001; Общая стратиграфическая..., 2002; Ранний докембрий..., 2005).

Наметились два варианта закрепления в качестве стратотипов границ как принципиально отличных и взаимоконтролирующих друг друга структурно-вещественных выражений смены архея протерозоем: структурно-метаморфический (СМГ) и денудационно-седиментогенный (ДСГ).

СМГ отражает континентальный перерыв между архейским и протерозойским осадконакоплением. Длительность этого перерыва равноценна продолжительности процессов тектонических деформаций, метаморфизма, гранитизации, сопряжённой с ними денудации (вывод на палеоповерхность Земли образований глубинных зон земной коры и преобразование территории в пенеупенизированную область эпиархейской завершённой складчатости) двух (сумийского и сариолийского) трансгрессивно-регрессивных циклов осадконакопления и магматизма.

Стратотипом СМГ является Паданское несогласие А.А. Иностранцева на западном берегу оз. Сегозеро (Негруца, Негруца, 1995) и прилегающая к нему территория Центральной Карелии, где находится стратотип сариолия (Негруца, 1971). Здесь ятулийский надгоризонт трансгрессивно перекрывает разновозрастные структурно-вещественные подразделения сариолия и со структурно-метаморфическим несогласием залегает непосредственно на породы архейского фундамента. В основании ятулийского надгоризонта повсеместно развиты продукты коры химического выветривания. Это однозначно указывает, во-первых, на длительное гипергенное преобразование архейского субстрата, его глубокую денудацию, обусловившую вывод на палеодневную поверхность глубинных пород, включая ультраметаморфические образования. Во-вторых, свидетельствует о стратиграфическом перерыве (лакуне) между лопием (верхним археем) и ятулием (нижнем протерозоем), продолжительностью, в историко-геологическом измерении, до 1/3 объема (теоретически 350 млн лет общей продолжительности) карельского эона.

Принципиальной отличительной особенностью сумийско-сариолийского времени является закисная среда осадконакопления и интенсивный базальтоидный вулканизм (Негруца, 1990). Характерна

двукратная закономерная смена специфических условий полного химического выветривания в начале сумийского и сариолийского циклов обстановками нивального литогенеза на их завершающих стадиях в связи с палеовулканическими структурами центрального типа.

Глубокое выветривание метаморфических и магматических образований в областях денудации обуславливало полное химическое разложение алумосиликатов и накопление за счет переотложения элювия коры выветривания терригенных кварцевых псефит-псаммитовых и высокоглиноземистых пелитовых осадков. Среди них, по совокупности литогенетических характеристик, устанавливаются русловые, дельтовые, мелководные отложения, отложения зон прибойного волнения, осадки приливно-отливных побережий, глубоководного шельфа и реже пелагического осадконакопления. Всё вместе определяет сочетание континентальных обстановок и обстановок континентального склона, развивавшегося в условиях пульсационного рифтинга, периодических трансгрессий и регрессий и мантийно-корового магматизма. Длительность этого перерыва устанавливается по данным изотопной хронологии, фиксирующим время начала наиболее раннего эпиархейского метаморфизма 2820 ± 15 млн лет, проявленного в Беломорском подвижном поясе, архей-протерозойского тектогенеза, процессов раннепротерозойского рифтогенеза 2450-2400 млн лет (Бибикова и др., 2005) и связанного с ними ультрабазит-базальтоидного магматизма 2505-2395 млн лет назад (Баянова, 2004). Все эти события в совокупности охватывают промежуток времени, превышавший 400 млн лет.

ДСГ характеризует осадконакопление в непрерывно развивающемся архей-протерозойском водном бассейне. Предложены два полигона ДСГ: Окуневский в северо-восточной Карелии и Кейвский на Кольском полуострове (Негруца, 1984; Негруца Т., 1988; Негруца, Негруца, 2005; 2006). В обоих случаях граница между археем и протерозоем фиксируется по первому появлению терригенных кварцитов с линзами и прослоями кварцевых конгломератов и высокоглиноземистых сланцев, как следствие принципиально иных, чем в архее, обстановок экзогенеза. Перерыв между археем и протерозоем в окуневском и кейвском типовых разрезах соответствует времени накопления отсутствующей стратиграфической единицы временной продолжительности, равной регрессивно-трансгрессивному ритму осадконакопления, что составляет около 1/8 (предположительно, 20-22 млн лет) общей длительности времени (160 ± 10 млн лет) образования надгоризонта. В этом случае временной рубеж между археем и протерозоем (начало специфического раннепротерозойского литогенеза) на Балтийском щите – 2700 млн лет (Негруца Т., 2000), что соответствует времени изменения "геодинамической обстановки от сходной с островодужной к коллизионной обстановке плит" 2700 ± 0.5 млн лет (Чекулаев, 1996). Согласно С.Б. Лобач-Жученко (2005), "рубеж 2.7 млрд лет знаменует окончание плей-тектонических процессов в архейских доменах, формирование стабильных блоков земной коры".

Верхняя граница карельской эонотемы не документирована конкретным стратиграфическим репером. Она устанавливается в зависимости от концептуальных предпосылок: по завершению цикла синорогенных интрузий и стабилизации территории, индикатором чего принимается образование гранитов рапакиви 1650 \pm 50 млн лет назад (Кратц и др., 1984). Завершает разрез карельской эонотемы вепсийский надгоризонт в составе петрозаводской и шокшинской свит (Ахмедов и др., 2000; 2004), изотопный возраст которых допускает вариации в определении возраста их верхней границы во временном интервале 1850-1650 млн лет назад (Негруца, 1984).

Завершение карельской эонотемы принято соотносить с процессами становления хогландского надгоризонта, возраст которого оценивается в пределах 1650-1600 млн лет, однако непосредственные стратиграфические взаимоотношения хогландия с вепсием не выявлены (Негруца, 1984; Ранний докембрий..., 2005).

4. Стратиграфическое расчленение карельской эонотемы

Детальность и достоверность периодизации геологической истории, определяющей внутреннюю структуру стратиграфического подразделения, зависит от уровня знаний пространственно-временных закономерностей фациально-палеогеографической архитектуры конкретных осадочных бассейнов соответствующего времени в их непрерывно-прерывистом эволюционном развитии. В более обобщенном виде и, естественно, менее определенно применительно к нижнему докембрию расчленение слоистых комплексов производится по совокупности структурно-вещественных и тектонических признаков, как следствие цикличности процессов тектоно-метаморфического преобразования осадочно-вулканогенных наслоений.

Структурно-тектонический (формационный) подход определил изначальное выделение карелия как формационного подразделения, объединяющего три соподчиненных ему литостратиграфические единицы: сариолий, ятулий и калевий. Все они установлены как структурно-вещественные подразделения ранга надгоризонта (серии), отделенные друг от друга региональными континентальными перерывами, и

соответствуют трем последовательно изменившимся во времени неповторимым этапам эндогенно-экзогенного развития земной коры. Сариилий и ятулий определены как подразделения, различающиеся, соответственно, ледовым и жарким переменено-влажным климатами и кратогенным режимом тектогенеза, калевий – геодинамическим режимом, предопределившим орогенез и структурно-метаморфическую перестройку земной коры. Хронологическим маркером корреляции разрезов разрозненных структур карелид стал ятулий, отличающийся составом отложений, отражающим обстановку интенсивного химического выветривания осадочного материала.

Трехчленное деление карелия получило дальнейшее обоснование всей совокупностью новых данных и, несмотря на естественную конкретизацию, относительное положение границ подразделений ранга надгоризонтов сохранилось во всех последующих региональных стратиграфических схемах (Кратиц, 1963; Кратиц, Шуркин, 1960; Кратиц и др., 1984; Негруца, Хейсканен, 2001). Принципиальные уточнения коснулись лишь потенциала структурно-вещественных хронологических признаков подразделений. Установлено, в частности, что раннекарельские (доятулийские) толщи, наряду с тиллитами и подобными им отложениями, вмещают мощные толщи разнообразных вулканогенных образований, включающие линзы и прослои "типично ятулийских пород": уран-золотоносные кварцевые конгломераты, терригенные кварциты и элювий коры выветривания. Тем самым изменилось понимание стратиграфического интервала развития отложений ятулийского литотипа, что вместе с установлением анизохронности границ литогенетических подразделений обусловило эмпирически и теоретически многовариантные геохронологические построения. Геологическим картированием и целенаправленными тематическими исследованиями была установлена весьма сложная и крайне трудно расшифруемая пространственно-временная стратиграфическая структура каждого из трех подразделений, изначально определивших объем карельского комплекса. Обозначились как ключевые вопросы ранга и иерархической соподчиненности стратиграфических единиц, критериев корреляции их разрозненных разрезов и как следствие терминологической неопределенности. Стремление сохранить преемственность стратиграфии при необходимости принципиальных уточнений укоренившихся понятий, диктуемой новыми знаниями, наметило определенную согласованность независимых построений, что в итоге позволило создать общую единую для Карелии и Кольского полуострова хроностратиграфическую схему. Основными подразделениями этой схемы являются шесть перечисленных выше надгоризонтов. Дискуссионным остается понимание пространственно-временного положения границ надгоризонтов и их объединения в подразделения более крупных рангов. Принятое в региональной схеме их сведение в три подкомплекса (нижний – сумийско-сариилийский, средний – ятулийско-людиковийский и верхний – каливийско-вепсийский) обеспечивает преемственность и, в целом, соблюдает валидность схемы П. Эскола (1967). Такое деление карелия отражает специфику геодинамических и климатических обстановок седиментогенеза, соответственно, на трансгрессивной, стационарной и регрессивной стадиях образования карельской эонотемы.

Двухчленное деление карельской эонотемы принятое в ОСШ, проявляет взаимосвязанное сосуществование и смену во времени и пространстве двух определяющих её общую структуру разрозненных и разновозрастных осадочных бассейнов (ОБ): Североскандинавского (Лапландско-Беломорского), унаследованного от архея, и Южноскандинавского (Ладожско-Свекофеннского), заложенного в середине карельского времени на месте области денудации (питавшей Беломорскую область осадконакопления) в связи с раскрытием и трансгрессией Ладожско-Свекофеннского палеоокеана. Стратиграфический репер соответствующих событий может быть определен двояко: 1) по индикатору времени максимального стояния уровня трансгрессии, как принято в ОСШ, 2) по началу процессов коренной геодинамической и палеогеографической перестройки, обусловившей закрытие Североскандинавского ОБ и одновременное открытие Южноскандинавского ОБ. По первому варианту границу между ранним и поздним карелием правомерно фиксировать основанием заонежского горизонта, как это и принято сейчас. По второму варианту рубеж между нижнекарельской и верхнекарельской эратемами отмечает основание туломозерской свиты верхнего ятулия, знаменующего кардинальную тектоническую перестройку денудационно-седиментационной системы и условий биолитогенеза Балтийского докембрия (Негруца, Негруца, 1968; Светов, 1979; Макарихин, Кононова, 1983; Негруца, 1984; Сацук и др., 1988; Ахмедов, Крупеник, 1995).

Чем крупнее хроностратиграфическое подразделение, тем больше неопределенности в выборе приоритетных критериев границ стратотипов и, следовательно, определении ранга и возраста, а соответственно, изохронных исторических рубежей. Больше оснований имеется для согласованного выбора стратотипов надгоризонтов как типовых подразделений региональной эталонной стратиграфической шкалы карельской эонотемы.

5. Региональные стратотипы подразделений карельской эонотемы

Сравнительный анализ современного состояния знаний позволяет наметить предпочтительные варианты установления стратотипов границ всех основных типовых подразделений карельской эонотемы – сумийского, сариолийского, ятулийского, людиковийского, калевийского и вепсийского надгоризонтов региональной шкалы Карело-Кольского региона – и создать, таким образом, модель хроностратиграфического стандарта нижнего протерозоя как эмпирико-теоретической основы единой периодизации докембрия в сравнении с фанерозоем.

Сумийский надгоризонт

Термин "сумий", введенный К.О. Кратцем как понятие регионального подразделения, сложенного вулканогенными породами спилит-кератофировой формации, фиксирован им типовым разрезом тунгудско-надвоицкой серии Лехтинского синклинория (*Кратц*, 1963). Целенаправленное детальное изучение этого разреза в связи с проблемой металлоносности кварцевых конгломератов и их рудоносности показало, что объединенные первоначально в сумийский стратон вулканогенные образования и связанные с ними терригенные отложения т. н. сариолийского и ятулийского литотипов генетически неразрывно связаны как с собственно сариолийскими, так и сумийскими отложениями. Вместе они составляют сумийско-сариолийский подкомплекс осадочно-магматогенных пород, знаменующий два полных трансгрессивно-регрессивных цикла осадконакопления и магматизма. Соответственно, в строении сумийско-сариолийского подкомплекса обособились два самостоятельных надгоризонта: нижний сумийский и верхний сариолийский (*Негруца*, 1971; 1984; *Негруца Т.*, 1979; 1988; *Хейсканен и др.*, 1977; *Хейсканен*, 1980; *Ранний докембрий...*, 2005).

Предложены два варианта определения нижней и верхней границ сумийского надгоризонта: первый – по отложениям, образованным за счет переотложения элювия коры химического выветривания (*Негруца*, 1963; 1971; 1990; *Богданов и др.*, 1971; *Негруца*, 1979), второй – по смене разнотипных орогенных формаций (*Хейсканен и др.*, 1977; *Ранний докембрий...*, 2005).

По первому варианту в Пибозерском типовом разрезе и его аналогах объем сумийского надгоризонта определяют три нижние свиты (толщи) тунгудско-надвоицкой серии: окуневская (кварцевые метапесчаники с прослоями сульфидных золото-ураноносных монокварцевых конгломератов и высокоглиноземистых метаглинистых отложений), тунгудская (вулканогенные породы основного состава)¹ и ожиярвинская (вулканогенные породы кислого состава). Каждая из этих трех свит определена конкретными разрезами и точками границ как стратотипы трех горизонтов сумийского надгоризонта (*Негруца*, 1984; *Негруца Т.*, 1988). Наиболее широко распространен и прослежен на площади ожиярвинский горизонт. В Пибозёрском и ряде других разрезов (например, Вермасском разрезе) между ожиярвинским и тунгудским (вермасской свитой) горизонтами наблюдается постепенный переход, частью представленный регрессивно-трансгрессивной последовательностью вулканомиктовых конгломератов тефроидного происхождения в чередовании с туфами и туффитами. Ожиярвинский горизонт местами (Шомбозеро, Шуоярви и др.) залегает непосредственно на метаморфизованном элювии досумийского кристаллического фундамента. Он прослежен в Пана-Выгозёрской зоне сочленения карелид и беломорид на сотни километров в виде прерывной литостратиграфической единицы, мощностью в пределах 400-800 метров (*Негруца*, 1984; *Хейсканен и др.*, 1977; *Хейсканен*, 1980).

Два нижних горизонта сумийского надгоризонта отличаются фрагментарным распространением. Они трансгрессивно перекрывают более древние образования, сами трансгрессивно с размывом и несогласно перекрываются разновозрастными стратиграфическими единицами сариолийского надгоризонта (*Негруца*, 1984).

Согласно предпочитаемому большинством исследователей второму варианту, обе границы сумия проводятся по подошве и кровле горизонта кератофиров, кварцевых порфиров и соподчиненных им осадочных отложений, которые трансгрессивно и частью резко несогласно залегают на лопийские и саамские образования. Этим и определяется объем сумийского надгоризонта.

Сариолийский надгоризонт

Второе снизу историко-геологическое подразделение карельской эонотемы объединяет три свиты (снизу вверх): железноротинскую, ватулминскую и селецкую, соответствующие трем макроритмам поступательного рифтогенеза и направленного наращивания площади накопления осадочных отложений (*Негруца Т.*, 1979; 1983; 1988). Они образуют изначально изолированные тела,

¹ В состав тунгудско-надвоицкой серии первоначально были включены разновозрастные сходные по составу метавулканогенные отложения парандовской серии лопия, сумийского и сариолийского надгоризонтов, что предопределило сохраняющуюся до сих пор неопределенность стратиграфической привязки результатов изотопной хронометрии.

распространение, фациальный состав, полнота разрезов, мощность и интенсивность структурно-метаморфических преобразований каждого из которых резко меняются по площади. В целом мощность сариолийского надгоризонта возрастает в направлении от бортовых частей к осевым зонам каждого изолированного прогиба и с юга, со стороны Карельского палеократона (ятулийского материка по Вяюрюнену, срединного массива по Харитонову), на север к его палеоокраине – зоне сочленения карелид и беломорид. Такая изменчивость и сходство структурно-вещественных хронологических признаков сумийских и сариолийских отложений, естественно, сильно затрудняет корреляцию изолированных разрезов и приводит к многовариантному пониманию положения границ, состава, структуры, объёма и соотношения между сумием и сариолием. С формационных позиций коррелируются однотипные образования. При фациальном анализе и прослеживании картированием закономерностей изменения генетических характеристик пород от разреза к разрезу устанавливается синхронность палеовулканических извержений и процессов образования тиллоидов, а частично и накопления переотложенных продуктов размыва элювия коры химического выветривания (Негруца, Негруца, 1968). Соответственно, достоверность хроностратиграфической корреляции местных свит на современном уровне знаний прямо пропорциональна возможности прослеживания их границ картированием. Выделение хроностратиграфических уровней в смежных и тем более в отдалённых друг от друга прогибах достигается сравнительным анализом совокупности хронологических признаков, ключевое значение среди которых имеет циклоритмическая структура сводных разрезов. Поэтому сариолийский надгоризонт не может быть закреплён единым стратотипическим разрезом, а его нижняя граница – одной точкой. Необходимо устанавливать не менее трех таких точек: 1) в полном непрерывном разрезе, где развиты все три хроностратиграфические единицы сариолия (Лобаш-Железноворотинско-Нигалмский полигон на юго-западном крыле Лехтинского синклинория; участок оз. Собачье – Плотище в Кумсинском прогибе); 2) в сокращённом разрезе, представленном верхними двумя горизонтами (Сегозёрско-Елмозёрский прогиб; разрез Красная речка в северо-западном борту Онежского синклинория); 3) в типовом разрезе собственно сариолия в его первоначальном объёме селецкого горизонта (Энингиварский и Лужминский разрезы в Янгозёрско-Селецком прогибе).

Точки нижней границы железнворотинского горизонта выявлены бурением в юго-западном обрамлении Лехтинского синклинория у оз. Когу; вскрыты горными выработками и детально изучены в естественном разрезе – береговых обрывах ручья Василий-ручей, впадающего в оз. Кивязозеро (урочище Железные ворота) и в искусственных расчистках у оз. Лобаш в 3.2 км северо-западнее разреза Василий-ручей, а также у западного конца оз. Нигалма и в ряде других мест (Негруца Т., 1979). В трёх первых из названных точек наблюдался непосредственный контакт железнворотинского горизонта с ожиярвинским горизонтом (кварцевыми порфирами) сумийского надгоризонта. В разрезе Василий-ручей открыто расчисткой непосредственное залегание кварцитов с прослоями сульфидных кварцевых конгломератов железнворотинского горизонта на конгломератах ожиярвинского горизонта. Там же видна постепенная смена пород железнворотинского горизонта андезит-базальтовой ассоциацией вулканогенных пород ватулминского горизонта.

Ватулминский горизонт связан с селецким горизонтом непрерывными взаимопереходами наблюдаемых во многих местах (Косозёрско-Ватулминская структура в Лехтинском синклинории, Кумсинский прогиб, мыс Канусниemi у северо-западного окончания оз. Сегозеро и др.). Его верхняя граница может быть закреплена как по несогласию, так и в непрерывных разрезах. Обычно эта граница проводится по основанию горизонта конгломератов и чередующихся с ними осадков с признаками ледниковых отложений. При этом терригенные отложения селецкого горизонта залегают на разновозрастных покровах эффузивных пород ватулминского горизонта сариолия и (или) с размывом на сходных с ними породах сумия, а местами на различно метаморфизованных и магматогенных породах архея (Негруца, 1971; 1984; Негруца Т., 1988). Непосредственный контакт собственно сариолийских конгломератов с предшествующими вулканитами полно и во всех возможных вариациях представлен на ограниченном участке мыс Канусниemi – остров Сондалы (северо-западный конец оз. Сегозеро), в ряде точек в Кумсинском прогибе (Чёбино, Падун и др.), а также в северо-западном крыле Онежского прогиба (Красная речка, Святнаволок и др.). Все перечисленные пункты детально изучены, и их характеристика приводится во многих монографиях и статьях (Негруца Т., 1988).

Ятулийский надгоризонт

Термин "ятулий" впервые использовал И.И. Седерхольм для названия кварцевых терригенных отложений и связанных с ними карбонатных пород бассейна оз. Мал. Янисярви в юго-западной Карелии (Эскола, 1967). Их аналоги служат определяющим корреляционным уровнем нижнего докембрия всего Балтийского щита (Харитонов, 1960). Стратиграфическое положение ятулийской формации П. Эскола определил как второе снизу подразделение карелия.

Ятулий залегают на отложениях сариолийской формации со стратиграфическим перерывом, фиксируемым корой химического выветривания, и, в опорном разрезе бассейна оз. Мал. Янис-ярви несогласно перекрывается породами ладожской серии. Несогласие между сариолием и ятулием отражает коренную перестройку общего структурного плана территории Карело-Кольской стратотипической области. Она выражена тем, что ятулийские отложения трансгрессивно перекрывают разновозрастные горизонты сариолийского и сумийского надгоризонтов, а также метаморфогенные и магматогенные образования архея. С началом ятулия связана смена закисной геохимической среды сумийско-сариолийского литогенеза, окислительным режимом экзогенеза в условиях переменного жаркого влажного (гумидного) и сухого (аридного) климатов и платформенно-плитного тектогенеза. Отчетливо проявлен скачок в эволюции обстановок фитолиогенеза (Макарихин, Кононова, 1983; Сацук и др., 1988).

Несогласный тип нижней границы в более или менее редуцированных разрезах ятулия можно изучать (и это выполнено с достаточно большой тщательностью) во многих десятках отлично обнаженных мест как в Карелии и на Кольском полуострове, так и на территории Финляндии (Негруца, 1994; Pekkarinen, 1979). Весьма представительны в этом отношении Сегозёрская, Янгозёрская, Онежская, Кумсинская, Елмозёрская, Соваярвинская, Янисярвинская, Козерско-Ватулминская (юго-запад Лехтинского синклинория) структуры, а также Куказёрская, Панаярвинская и Печенгская площади карелид. Яркие примеры несогласного типа нижней границы ятулия, соответствующие требованиям точек границ стратотипов, многочисленны и хорошо известны по многим публикациям.

Примеров непрерывных разрезов или разрезов, в которых можно предполагать сравнительно несущественные стратиграфические перерывы, – единицы. Они тяготеют к зоне сочленения карелид и беломорид (северо-восточное крыло Лехтинского синклинория, южный берег оз. Лежево и др.), где ятулий отличается большей фациальной однородностью, чем на остальной площади Карелии. К ним относятся Вермаский, Пибозёрско-Лежевский, Риговарский, Бороварский разрезы. В центральной Карелии известен только один разрез, где отложения ятулия связаны с предшествующими отложениями селецкого горизонта сариолия постепенным переходом. Это обрывы горы Энингивара (Гелингивара) юго-восточнее южного окончания оз. Селецкого. Здесь аркозы сариолия через многометровую пачку чередования сменяются вверх по разрезу мономиктовыми кварцевыми песчаниками, которые выше переходят в мощную пачку пересливания золото-ураноносных мартит-гематитовых кварцевых конгломератов и метапесчаников (Негруца, 1971; 1984).

Ятулийский надгоризонт характеризуется очень сложной внутренней структурой, обусловленной фациальной изменчивостью, лоскутностью слагающих его слоевых единиц, многочисленными внутренними перерывами и многогранной ритмичностью. Отчётливо, с высокой детальностью (до элементарных микроритмов) и достоверностью, реконструируется периодичность местного изменения динамики палеоидросферы, палеоклиматических флуктуаций, трансгрессий и регрессий. Яркое проявление изменения источников и интенсивности выветривания продуктов денудации в областях сноса и на путях транспортировки. Очевидны резкие изменения влияния вулканических извержений базальтоидных магм на экзогенные процессы и обусловленные этим вариации физико-химических условий седиментогенеза и постседиментационного преобразования осадков.

С позиции таких знаний и событийной хронологии ятулий отчетливо подразделяется на два надгоризонта, каждый из которых олицетворяет события полного трансгрессивно-регрессивного цикла осадконакопления и магматизма: Нижнеятулийский (сегозерский) и Верхнеятулийский (онезский) (Негруца, 1984; Сацук и др., 1988).

Нижнеятулийский (сегозёрский) надгоризонт подразделяется на янгозёрский (разнообразные терригенные, частью карбонатные осадки) и медвежьегорский (переслаивание вулканогенных и осадочных пород) горизонты. Янгозёрский горизонт объединяет отложения четырех макроритмов пульсационного наращивания площади накопления и эволюции обстановок осадконакопления. Соответственно, понятием янгозерский горизонт принято объединять отложения четырех, по определению, самостоятельных горизонтов (снизу вверх): энингиварского, маймярвского, собственно янгозёрского и медвежьегорского (Негруца, 1984). Два нижних горизонта развиты локально в виде линз (как бы "подвешенных" снизу к янгозёрскому горизонту) и изучены лишь при детальных поисково-оценочных и целевых тематических работах. Поэтому они, как правило, объединяются с перекрывающими отложениями и на геологических картах показываются как единое нерасчлененное подразделение – янгозерская свита. Учет этого обстоятельства имеет принципиальное значение для определения возраста нижней границы ятулия и оценки продолжительности перерыва, отделяющего ятулий от сариолия.

Янгозёрский и медвежьегорский горизонты прослеживаются по всей территории Карелии и Кольского полуострова. Они связаны друг с другом переходом, затрудняющим выбор стратотипа нижней границы медвежьегорского горизонта. Подходящими для этой цели являются основания первого покрова

базальтов в разрезах ятулия на южном и восточном берегах оз. Сегозеро. Стратотипом горизонта служит разрез вулканогенно-осадочного наслоения у города Медвежьегорска (Светов, 1979; Негруца, 1984).

Онежский надгоризонт, как последовательность отложений полного осадочно-магматического цикла, включает туломозёрский горизонт, отнесённый в региональной стратиграфической схеме к ятулийскому надгоризонту (верхний ятулий), а также заонежский и суйсарский горизонты людиковийского надгоризонта. Типовой площадью распространения всех этих трёх горизонтов является центральная часть онежского прогиба раннего протерозоя, главным образом, Заонежский полуостров.

Тулумозерский горизонт отмечает начало онежского цикла трансгрессивно-регрессивного осадконакопления и магматизма. В нем овеществлены процессы коренной палеогеографической и геодинамической перестройки денудационно-седиментогенной структуры Балтийского щита, обусловившей условия взаимосвязанного теригенно-карбонатного, биогенно-хемогенного и эвапоритового осадконакопления (Негруца, Негруца, 1968; Негруца, 1984). Важным хронологически неповторимым признаком отложений этого времени является обильный фитолитогенез (Макарихин, Кононова, 1983) и связь с ним ятулийской положительной аномалии $\delta^{13}\text{Скарб}$ (Ахмедов и др., 2004; Ахмедов, Крупеник, 1995). Всё вместе обеспечивает вполне однозначную не только региональную, но и межконтинентальную корреляцию на биотической и изотопно-геохимической основе (Melezhik, 1997; 1999a; 1999b).

Тулумозёрский горизонт охарактеризован большой серией разрезов, типовым среди которых является стратиграфическая последовательность отложений туломозёрской мульды (Соколов, 1963). Нижняя граница стратотипа уверенно прослеживается по внутриятулийскому несогласию, фиксируемому трансгрессивным налеганием красноцветных теригенно-карбонатных отложений с биогермами строматолитов на разновозрастные образования (вплоть до пород докарельского фундамента) и кору выветривания вулканогенных пород, завершающих среднеятулийский уровень сегозерского надгоризонта. Становление этого несогласия связано с крупнейшей в течение карельского времени палеогеодинамической перестройкой. Вследствие тектонической инверсии в это время (2100-2200 млн лет назад) началась регрессия Беломорско-Лапландского бассейна и одновременное прогибание юго-западной части Карельского материка, обусловившего заложение Ладожско-Свекофенского бассейна (Негруца, 1984).

Среди многих детально изученных примеров соотношения туломозёрского горизонта с подстилающими образованиями, требованиям стратотипа наиболее полно отвечает основание верхнего ятулия (граница сегозерского и онежского надгоризонтов) на южном берегу озера Сегозеро в центральной Карелии. На Кольском полуострове показателен контакт между куэтсъярвинской и колосйокской свитами в долине ручья Пикуколосйоки западнее озера Лучломполо в Печенгском прогибе (Негруца, 1995). Перерыву, фиксирующему региональное несогласие между сегозерским и онежским надгоризонтами, предположительно соответствует полисарская свита варзугской серии Имандра-Варзугского прогиба на Кольском полуострове. Эта свита, судя по данным В.А. Мележика и др. (Имандра-Варзугская зона..., 1982), может рассматриваться как связующее звено, соответствующее стратиграфическому перерыву, наблюдаемому между сегозерским и онежским надгоризонтами повсеместно (Негруца, 1984).

Людиковийский надгоризонт

Термин "людиковий" введён В.А. Соколовым на рубеже 70-80-х годов прошлого столетия для отложений заонежского горизонта, представленного одноименной свитой Онежского прогиба и её корелянтов уверенно прослеживаемых по всей территории Балтийского щита и за его пределами. Позже в состав людиковийского надгоризонта были включены и вулканогенные породы суйсарской свиты, связанные с заонежскими отложениями генетическим единством (Соколов, Галдобина, 1982). Определяющим признаком надгоризонта является парагенезис высокоуглеродистых (фуллеренсодержащих шунгитов) осадочных отложений и магнезиальных ультрабазит-базальтоидных вулканоплутогенных образований. Текстуры и состав осадочных отложений указывают на условия пелагической седиментации, что в совокупности с данными о подводно-лавовом происхождении (Светов, 1979; 1984) ассоциирующих с ними вулканогенных пород мантийного происхождения позволяют установить, что в людиковийское время экзосферные процессы в пределах Онежского прогиба Карелии контролировались мантийными флюидными. То же самое наблюдается в Печенгском прогибе Кольского п-ва (Негруца, 1995).

Внутренняя структура заонежского и суйсарского горизонтов людиковийского надгоризонта охарактеризована многочисленными детально изученными и послойно скорелированными хорошо известными разрезами, а их границы фиксированы конкретными точками, вполне соответствующими требованиям региональных стратотипов (Ахмедов, Крупеник, 1995; Куликов и др., 1999; Полеховский, 2000).

Калевийский надгоризонт

Стратотипом калевийского надгоризонта в пределах российской части Балтийского щита служит ладожская серия. Она сложена различно метаморфизованными турбидитами (флишем) и прорывающими их магматическими породами ультраосновново-основного, среднего и кислого составов. Термин "ладожий", использованный И. Седерхольмом применительно к коррелятам ладожской серии (ладожский надгоризонт), точнее и, главное, конкретнее определяет положение и стратиграфическую структуру отложений расположенных между людиковием (онежским надгоризонтом ятулия), чем термин "калевий", использованный П. Эскола как обобщающее формационное (тектоно-литологическое) понятие.

Положение ладожского надгоризонта в сводном разрезе карельской эонотемы определяется, как ещё в начале 50-ых годов XX века установила Л.Н. Патрубович, его залеганием на разновозрастных отложениях онежского (людиковийского) надгоризонта. В ладожском синклинии обнажаются все типы непосредственных стратиграфических контактов ладожской серии с предшествующими ей образованиями, включая архейский гранито-гнейсовый фундамент карелид. На обширной площади свекофенид в Финляндии возрастные аналоги ладожской серии начинаются конгломератами и местами осадочной брекчий (*Pekkarinen*, 1979) олистостромного типа, состоящими из фрагментов пород заонежско-суйсарской (людиковийской) и ятулийской ассоциаций (*Негруца*, 1984). В соответствии с этим нижняя граница ладожского (калевийского) надгоризонта проводится по несогласию, фиксирующему глубокий размыв предшествующих отложений и временной перерыв, очевидно, весьма разной продолжительности для разных доменов. Приуроченность к этой границе олистостромы свидетельствует о проявлении на этом рубеже конседиментационных надвигов. Следовательно, процессы, обусловившие несогласие между людиковием (онежием) и калевием (ладожием), связаны с орогенезом, проявленным как в областях суши, так и в осадочных бассейнах.

Типовые точки нижней границы ладожской серии изучены в прекрасных, легко доступных для дальнейшего системного исследования обнажениях бассейна оз. Малого Янис-ярви. На мысе Питьканиеми установлен несогласный контакт ладожской серии с чёрносланцево-вулканогенными отложениями заонежского и, вероятно, суйсарского горизонтов. В этой точке длительность перерыва между людиковийским (онежским) и калевийским (ладожским) надгоризонтами, по-видимому, минимальна, поэтому она является приоритетной среди других известных сейчас в пределах Карелии претендентов на роль стратотипа нижней границы ладожского горизонта. У бывшего хутора Партанен, на мысе Корканиеми и острове Контисари вскрыт стратиграфический контакт ладожской серии со строматолитовыми доломитами и вмещающими их вулканогенно-терригенными отложениями туломозерского горизонта, что свидетельствует о перерыве длительностью времени накопления и преобразования людиковия.

На Кольском полуострове к калевийскому надгоризонту достаточно обосновано относится пильгуярвинская серия. Среди многочисленных точек её границ с подстилающими вулканогенными породами колосйокской серии можно фиксировать для системного изучения точку нижней границы пильгуярвинской серии в разрезе Ламмас (*Негруца*, 1995; 1997).

Вепсийский надгоризонт

Вепсийским надгоризонтом завершается сводный разрез карельской эонотемы. В типовой местности у южного окончания Онежского синклиория вепсий представлен петрозаводской и шокшинской свитами. Они служат стратотипами одноименных горизонтов. В каждой свите (горизонте) обособляются по две подсвиты (подгоризонта). Соответственно, вепсийский надгоризонт объединяет четыре соподчиненные стратиграфические единицы в ранге подгоризонтов.

Нижневепсийский (петрозаводский) горизонт несогласно и трансгрессивно перекрывает отложения разновозрастных подразделений предположительно калевийского (ладожского) и онежского (ливийского) надгоризонтов и, как установлено бурением, также образования докарельского фундамента. В обнажениях его нижняя граница достоверно неизвестна, но скважинами пересечена, что вместе с результатами отдаленных корреляций представляет достаточный материал для её характеристики (*Ахмедов и др.*, 2004).

Верхневепсийский (шокшинский) горизонт согласно перекрывает отложения верхнего подгоризонта нижневепсийского горизонта. Контакт между ними резкий, с конгломератами в основании верхнего горизонта, но без ошутимого размыва и существенного континентального перерыва в осадконакоплении. Главными отличительными признаками горизонтов являются: темно-серая окраска отложений нижнего горизонта и красноцветность осадочных пород верхнего горизонта, присутствие среди осадочных отложений нижнего горизонта покровов базальтов, прослоев кислых туфов и онколитовых карбонатных отложений. По совокупности этих признаков, согласно А.М. Ахмедову, нижняя граница верхней свиты прослеживается на значительную площадь южной Карелии, а аналоги вепсийских отложений достаточно обоснованно устанавливаются в Финляндии и южной Швеции. Это

позволяет рассматривать нижнюю границу вепсийского надгоризонта "в качестве одной из главных в раннем протерозое" (Ахмедов и др., 2000; 2004).

Верхняя граница вепсийского надгоризонта не выявлена. По совокупности косвенных данных предполагается соответствие её, а значит, стратиграфического рубежа между нижним протерозоем (карелием) и верхним протерозоем (рифеем), подошве хогландского горизонта со стратотипом на острове Хогланд в Финском заливе. Определенным ориентиром в этом вопросе может служить салминская свита нижнего-верхнего рифея, залегающая с корой выветривания в основании на дислоцированные глубокометаморфизованные отложения ладожской серии и прорывающие их посторогенные граниты рапакиви.

6. Заключение

Региональный эталон карельской (нижнепротерозойской) эонотемы России по полноте сводного разреза, достоверности определения её типовых подразделений стратотипами и точками их границ, историко-геологической информативности для дальнейшего всестороннего исследования и углубления знаний пространственно-временных закономерностей геологического овеществления времени соответствует требованиям стандартной меры основного хронологического подразделения общей периодизации геологической истории. Проявляя процессы и события взаимосвязанного развития всех экзогенных и эндогенных геосфер в интервале времени 2700-1650 млн лет – 1/4 (25 %) всей продолжительности криптозойской предыстории фанерозоя, карельский стандарт нижнего протерозоя Северной Евразии определяет сущностные критерии развития стратисферы Земли в течение третьего мегацикла пульсационно направленной кратонизации геосфер на пути к фанерозойскому биоразнообразию. Одновременно на примере карельской эонотемы особенно отчетливо вскрывается анизохронность границ структурно-вещественных подразделений и геохронометрической значимости установления их стратотипов.

Создание стратиграфических стандартов геологического времени – необходимая предпосылка перехода от эмпирической к теоретической геохронологии и, соответственно, качественного повышения общего прогностического потенциала геологии. Вместе с этим возрастает детальность и достоверность хронологической периодизации истории криптозойской Земли до уровня, сопоставимого с биохронометрией фанерозоя (Негруца, 2007; Кулинкович и др., 2007).

Карельская эонотема, как один из наиболее продвинутых претендентов на роль типовой хронометрической модели стандарта основного подразделения геохронологической шкалы, представляет систему стратиграфических единиц четырех иерархически соподчиненных рангов. Каждая такая единица соответствует неповторимому интервалу времени, овеществленному в реальном конкретном геологическом теле, который характеризуется внутренней слоистой (событийной) структурой более мелких рангов. Намечается, таким образом, эмпирически обоснованный и логически непротиворечивый макет общей хронометрической структуры нижнепротерозойской стратисферы с детальностью расчленения до уровня систем и отделов фанерозоя, а для отдельных интервалов общего разреза и меньших единиц.

Для того, чтобы столь детальное стратиграфическое расчленение эталона карельской эонотемы из эмпирически допустимого и теоретически непротиворечивого варианта стало бы инструментом практической стратиграфии (Негруца, 1994; 2007), предстоит преодолеть много трудностей, главные из которых две. Они сводятся к согласованному пониманию и восприятию сущности, во-первых, единства стратиграфии для всего разреза стратисферы, во-вторых, – хронологической взаимозаменяемости признаков геохронологических подразделений, включая стратиграфические перерывы (лакуны), независимо от их специфики, масштаба и способа определения, как меры относительного возраста и временной продолжительности реального геологического явления в конкретных астрономических годах. Ключевым в преодолении методологических неопределенностей и связанных с ними многочисленных частных вопросов общей геохронологии является разработка сети стратотипов историко-геологических границ типовых региональных подразделений докембрия в их иерархической соподчиненности и их системное доизучение как реальных изотопно-геохронологических реперов геосферных перестроек на криптозойских этапах (ранних 4000 млн лет – 85 % общей продолжительности истории) развития Земли. Это во-первых. Во-вторых, необходимо совершенствовать историко-геологические основы выбора объектов изотопно-хронометрических исследований и интерпретации результатов изотопной геохронологии. Для этой цели необходима независимая мера взаимоконтроля историко-геологических и изотопно-хронологических построений. Теоретическим фундаментом создания такой меры и построения на её основе глобального геохронологического календаря может служить периодический закон исторической геологии (Кулинкович, 1985; 2001; Кулинкович и др., 2007; Негруца, 2007).

Литература

- Eskola P.** Hufvuddragen av Onega – Karelen geologi. *Helsingin geol. Yhol tiedonantoja 1917 u 1918*, p.13-18 and Teknicenn, p.37-39, 1919.
- Melezhik V.A.** Extreme $^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ enrichment in ca. 2.0 Ga magnesit-stromatolite-dolomit-"red beds" association in a global context: A case for the world-wide signal enhanced by a local environment. *Earth-Science Reviews*, v.48, p.71-120, 1999b.
- Melezhik V.A.** Karelian shungite – an indication of 2.0-Ga-old metamorphosed oil-shale generation of petroleum: Geology, lithology, and geochemistry. *Earth-Science Reviews*, v.47, p.1-40, 1999a.
- Melezhik V.A.** Links between Palaeoproterozoic palaeogeography and rise and decline of stromatolites: Fennoscandian Shield. *Precambrian Research*, p.311-348, 1997.
- Pekkarinen L.J.** The karelian formations and depositional basement in the Kihteysvaara-area? East Finland. *Geol. Surv. Finland bull.*, v.3, 141 p., 1979.
- Ахмедов А.М., Крупеник В.А.** Литолого-геохимическое изучение опорных разрезов терригенно-карбонатных комплексов раннего протерозоя. Методические рекомендации. СПб., Изд-во ВСЕГЕИ, 63 с., 1995.
- Ахмедов А.М., Панова Е.Г., Крупеник В.А.** Аридные палеобассейны раннего протерозоя и девона зоны сочленения Балтийского щита и Русской платформы. СПб, Изд-во СПбГУ, 140 с., 2004.
- Ахмедов А.М., Свешникова К.Ю., Панова Е.Г.** Вепсий: границы, зональность разрезов, реперные уровни. Материалы III Всероссийского совещания "Общие вопросы расчленения докембрия". *Апатиты, КНЦ РАН*, с.6-9, 2000.
- Баянова Т.Б.** Возраст реперных геологических комплексов Кольского региона и длительность процессов магматизма. СПб., Наука, 174 с., 2004.
- Бибикова Е.В., Клайсон С.А., Богданова С.В.** Эволюция Беломорского пояса: U-Pb цирконовая геохронология (данные изотопного микрозонда). Беломорский подвижный пояс и его аналоги: геология, геохронология, геодинамика, минерагения (материалы научной конференции и путеводитель экскурсии). *Петрозаводск, изд-во ИГ Кар.НЦ РАН*, с.111-112, 2005.
- Богданов Ю.Б., Негруца В.З., Сулова С.Н.** Стратиграфия докембрийских отложений восточной части Балтийского щита. Стратиграфия и изотопная геохронология докембрия Восточной части Балтийского щита. *Л., Наука*, с.160-170, 1971.
- Гилярова М.А.** Стратиграфия, структура и магматизм докембрия восточной части Балтийского щита. *Л., Наука*, 222 с., 1974.
- Имандра-Варзугская зона карелид. *Л., Наука*, 280 с., 1982.
- Иностранцев А.А.** Геологический очерк Повенецкого уезда и его рудные месторождения. *Материалы для геологии России. СПб.*, т.VII, 1877.
- Кратц К.О.** Геология карелид Карелии. *М.-Л., Труд. ЛГУ*, вып.16, 210 с., 1963.
- Кратц К.О., Шуркин К.А.** Геология докембрия восточной части Балтийского щита. Доклады советских геологов. Проблема IX. Стратиграфия и корреляция докембрия. *Международный геологический конгресс. XXI сессия. М.-Л.*, с.36-44, 1960.
- Кратц К.О., Глебовицкий В.А., Былинский Р.В.** Земная кора восточной части Балтийского щита. *Л., Наука*, 96 с., 1978.
- Кратц К.О., Негруца В.З., Соколов В.А.** Новое в изучении стратиграфии советской части Балтийского щита. *Сов. геология*, № 7, с.105-118, 1984.
- Кратц К.О., Шуркин К.А., Лобач-Жученко С.Б.** Региональная схема стратиграфии докембрийских образований. Стратиграфия и изотопная геохронология докембрия восточной части Балтийского щита. *Л., Наука*, с.120-129, 1971.
- Куликов В.С., Куликова В.В., Лавров Б.С.** Суйсарский пикрит-базальтовый комплекс палеопротерозоя Карелии (опорный разрез и петрология). *Петрозаводск, Петр.ГУ*, 96 с., 1999.
- Куликович А.Е.** Периодический закон исторической геологии. История и методология геологических наук. *Киев, Наукова думка*, с.33-48, 1985.
- Куликович А.Е.** Фундаментальный закон геологии – закон многоуровневой системной цикличности геологической истории. Циклы как основа мироздания. *Ставрополь, СКГТУ*, с.413-432, 2001.
- Куликович А.Е., Якимчук Н.А., Татарина Е.А.** К разработке общей теории Земли. *Киев, Наукова думка*, с.4-14, 2007.
- Лобач-Жученко С.Б.** 2700 млн лет – важнейший рубеж в истории архея. Геология и геохронология архея. *Материалы I Российской конференции по проблемам геологии и геодинамики докембрия. СПб., Центр информ. культуры*, с.231-235, 62, 2005.
- Макарихин В.В., Кононова Г.М.** Фитолиты нижнего докембрия Карелии. *Л., Наука*, 180 с., 1983.

- Негруца В.З.** Докембрийская формация кварцевых конгломератов. *Апатиты, КНЦ АН СССР*, 150 с., 1990.
- Негруца В.З.** Опыт фациального изучения протерозойских (ятулийских) отложений Центральной Карелии. *Сов. геология*, № 7, с.52-76, 1963.
- Негруца В.З.** Основные подразделения региональной стратиграфической шкалы докембрия восточной части Балтийского щита. *Докл. АН СССР*, т.244, № 1, с.165-169, 1979.
- Негруца В.З.** От структурно-вещественной периодизации к цикло-хронометрической стратиграфии докембрия. Общие вопросы расчленения докембрия СССР. *Под ред. В.А. Глебовицкого, В.М. Шемякина. СПб., Наука*, с.27-43, 1994.
- Негруца В.З.** Раннепротерозойские этапы развития восточной части Балтийского щита. *Л., Недра*, 270 с., 1984.
- Негруца В.З.** Состояние и задачи разработки Всероссийской сети опорных разрезов и эталонов границ основных подразделений нижнего докембрия. *Апатиты, КНЦ РАН*, 50 с., 1997.
- Негруца В.З.** Структурно-фациальное районирование и стратиграфия докембрия советской части Балтийского щита. Стратиграфия нижнего докембрия Карело-Кольского региона. *Л., Недра*, с.3-16, 1985.
- Негруца В.З.** Характеристика стратотипического разреза сариолийской серии и обоснование положения этой серии в сводном разрезе докембрия Карелии. Проблемы геологии докембрия Балтийского щита и Русской платформы. *Л., Недра*, с.133-152, 1971.
- Негруца В.З.** Эволюция экзогенных процессов Печенгского палеобассейна. Магматизм, седиментогенез и геодинамика Печенгской палеорифтогенной структуры. *Под ред. Ф.П. Митрофанова и В.Ф. Смолькина. Апатиты, КНЦ РАН*, с.101-123, 1995.
- Негруца В.З.** Эмпирико-теоретический фундамент построения общепланетарного геохронологического календаря. *Геоинформатика*, № 2, с.32-40, 2007.
- Негруца В.З., Негруца Т.Ф.** Историко-геологический метод изучения докембрия. *Л., Недра*, 196 с., 1988.
- Негруца В.З., Негруца Т.Ф.** Кейвский биолитотип границы архея и протерозоя. Современная палеонтология: классическая и нетрадиционная. *Тезисы докладов ЛП сессии Палеонтологического общества при РАН. СПб., Центр информ. культуры*, с.93-94, 2006.
- Негруца В.З., Негруца Т.Ф.** Кейвский стратотип границы архея и протерозоя. Геология и геодинамика архея. *Материалы I Росс. конферен. по проблемам геол. и геод. архея. СПб., Центр информ. культуры*, с.286-292, 2005.
- Негруца В.З., Негруца Т.Ф.** Проблема геологии ятулия. Проблемы стратиграфии и палеогеографии. *Л., Наука*, с.81-96, 1968.
- Негруца В.З., Хейсканен К.И.** Информация о III Межведомственном региональном стратиграфическом совещании по стратиграфии нижнего докембрия Карелии и Кольского п-ва. *Постановления межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. СПб., Наука*, вып.32, с.32-36, 2001.
- Негруца Т.Ф.** Точки стратотипов границ сумия и сариолия: рубеж архея и протерозоя – 2500 или 2700 млн лет назад? Общие вопросы расчленения докембрия. *Материалы III Всероссийского совещания. 13-17 июня 2000 г., Апатиты, КНЦ РАН*, с.197-200, 2000.
- Негруца Т.Ф.** Граница архея и протерозоя на Балтийском щите. *Апатиты, КФ АН СССР*, 80 с., 1988.
- Негруца Т.Ф.** Историко-геологическое обоснование границы архея и протерозоя. *Дисс. ... докт. геол.-мин. наук, Апатиты, КНЦ АН СССР*, 48 с., 1991.
- Негруца Т.Ф.** Палеогеография и литогенез раннего протерозоя области сочленения карелид и беломорид. *Л., ЛГУ*, 255 с., 1979.
- Негруца Т.Ф.** Раннепротерозойская стадия рифтогенеза в восточной части Балтийского щита. Структура земной коры материков континентов. *Л., ЛГУ*, т.77, вып. 2, с.16-25, 1983.
- Негруца Т.Ф., Негруца В.З.** Паданское несогласие А.А. Иностранцева – типовой пример границы архея и протерозоя. *Вестник СПбГУ*, сер. 7, вып. 3(21), с.42-47, 1995.
- Негруца Т.Ф., Негруца В.З.** Характер границы архея и протерозоя и типы разрезов ранних карелид на стратотипической площади их развития. Стратиграфия архея и нижнего протерозоя СССР. *Л., Наука*, с.29-34, 1979.
- Общая стратиграфическая шкала России. Объяснительная записка. *Апатиты, КНЦ РАН*, 14 с., 2002.
- Полеховский Ю.С.** Динамическая эволюция Онежского бассейна седиментации на границе ятулия и людиковия (южная Карелия). *Материалы III Всероссийского совещания "Общие вопросы расчленения докембрия". Апатиты, КНЦ РАН*, с.218-221, 2000.
- Постановление по общей стратиграфической шкале нижнего докембрия России. *СПб.*, вып. 33, с.4-5, 2002.

- Прозаровский В.А.** Общая стратиграфическая шкала – "хронометр" геологической истории Земли. *Вестник СПбГУ*, сер. 7, вып. 4(31), с.3-7, 2000.
- Ранний докембрий Балтийского щита. *Под ред. В.А. Глебовицкого. СПб., Наука*, 711 с., 2005.
- Решение III Всероссийского совещания "Общие вопросы расчленения докембрия". Стратиграфия. *Геол. корр.*, т.9, № 3, с.101-106, 2001.
- Салоп Л.И.** Геологическое развитие Земли в докембрии. *Л., Недра*, 343 с., 1982.
- Сацук Ю.И., Макарихин В.В., Медведев П.В.** Геология ятулия Онего-Сегозерского водораздела. *Л., Наука*, 96 с., 1988.
- Светов А.П.** Платформенный базальтовый вулканизм карелид Карелии. *Л., Наука*, 208 с., 1979.
- Светов А.П.** Платформенный вулканизм Карелии (палеовулканические реконструкции, петрохимия, геодинамика). *Автореф. дис. ... док. геол.-мин. наук, М.*, 32 с., 1984.
- Семихатов М.А., Шуркин К.А., Аксенов Е.М.** Новая стратиграфическая шкала докембрия СССР. *М., Изв. АН СССР*, Сер. геол., № 4, с.3-16, 1991.
- Синицин А.В.** Сарийские конгломераты озера Волома и проблема сариолия в докембрии Карелии. *ДАН СССР*, т.189, № 2, с.381-384, 1969.
- Соколов В.А.** Геология и литология карбонатных пород среднего протерозоя Карелии. *М.-Л., Недра*, 183 с., 1963.
- Соколов В.А., Галдобина Л.П.** Людиковый – новое стратиграфическое подразделение нижнего протерозоя Карелии. *М., Докл. АН СССР*, т.267, № 1, с.187-190, 1982.
- Стратиграфическая схема рифейских и вендских отложений Волго-Уральской области. Объяснительная записка. *Уфа*, 81 с., 2000.
- Стратиграфический кодекс. *СПб., Изд-во ВСЕГЕИ*, изд. III, 96 с., 2006.
- Судовиков Н.Г.** Обзор стратиграфии, тектоники и магматической деятельности докембрия КАССР. Стратиграфия СССР. Т.1. Докембрий. *М., Госгеолиздат*, с.57-80, 1939.
- Тимофеев В.М.** Петрография Карелии. *М.-Л., Госгеолиздат*, 256 с., 1935.
- Харитонов Л.Я.** К стратиграфии и тектонике карельской формации докембрия. *М.-Л., Госгеолиздат*, 56 с., 1941.
- Харитонов Л.Я.** Стратиграфия и структура карелид восточной части Балтийского щита. *М., Недра*, 355 с., 1966.
- Харитонов Л.Я.** Стратиграфия протерозоя Карелии, Кольского полуострова и сопредельных стран Балтийского щита и его структурное расчленение. Стратиграфия и корреляция докембрия. *Международный геологический конгресс. XXI сессия. М.-Л.*, с.20-35, 1960.
- Хейсканен К.И.** Карельская геосинклиналь. *Л., Наука*, 168 с., 1980.
- Хейсканен К.И., Голубев А.И., Бондарь Л.Ф.** Орогенный вулканизм Карелии. *Л., Наука*, 216 с., 1977.
- Чекулаев В.П.** Архейские гранитоиды Карелии и их роль в формировании континентальной коры Балтийского щита. *Автореф. дис. ... док. геол.-мин. наук, СПб.*, 42 с., 1996.
- Шуркин К.А., Доброхотов М.Н., Загородный В.Г.** Ранний докембрий Восточно-Европейской платформы (стратиграфия, корреляция). Стратиграфия архея и нижнего протерозоя СССР. *Л., Наука*, с.5-23, 1979.
- Эскола П.** Докембрий Финляндии. Докембрий Скандинавии. *Ред. К. Ранкама. М., Мир*, с.154-261, 1967.