

Экскурсия 8

УНИКАЛЬНЫЕ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ЯЛГУБСКОГО КРЯЖА (ЯЛГОРА)

С. А. Светов

Докт. геол.-минер. наук,
главный научный сотрудник ИГ КарНЦ РАН,
руководитель лаборатории геохимии,
четвертичной геологии и геоэкологии ИГ КарНЦ РАН

В данной экскурсии мы приглашаем посетить территорию горнолыжного центра «Ялгора», который летом не менее интересен для активного и познавательного отдыха, чем зимой. На территории центра существуют природные тропы, которые позволяют комфортно познакомиться с геологическим строением района, увидеть уникальные по сохранности вулканические породы – подушечные лавы, вариолиты и насладиться карельскими пейзажами.

Дорога к горнолыжному центру следует через пос. Соломенное и далее в сторону Пиньгубы. На середине маршрута можно сделать остановку и совершить небольшой пешеходный маршрут по экологической тропе (координаты начала тропы: 61.841911, 34.467349) к самой большой ели Фенноскандии, возраст которой составляет около 170 лет (рис. 1).

Место: горнолыжный центр «Ялгора»

Координаты: 61.883461, 34.525642

Как посетить: самостоятельно, режим работы парка в летний период следует уточнять у сотрудников. Тел. +78142330300



Рис. 1. Самая большая ель Фенноскандии

Место Ялгора в научной литературе более известно под названием Ялгубский кряж, небольшая возвышенность в районе пос. Ялгуба (Центральная Карелия), является уникальным природным геологическим объектом (рис. 2), представляющим область развития вулканических пород различного облика, сформированных миллиарды лет (около 2.0 млрд лет) назад в результате деятельности крупных вулканических центров – стратовулканов, в то время возвышавшихся на данной территории.

Два миллиарда лет назад территория Центральной Карелии была больше похожа на современную Камчатку, пейзаж того времени был

сформирован многочисленными вулканическими постройками, вулканическими хребтами и долинами, между которыми находились протяженные водоемы (рис. 3).

Вулканы высотой до километра возвышались в то далекое время в районе о. Суйсарь, г. Большая Ваара (пос. Соломенное) (рис. 4), постоянно выбрасывая в ходе многочисленных и мощных извержений огромные объемы вулканического пепла (фрагменты вулканических пород, формирующихся в жерле вулканов в ходе взрывов и имеющих размер обломков от 0.01 до 5 см), гигантских вулканических бомб (крупных многотонных фрагментов размером до 1–2 м в диаметре и весом более 1000 кг).

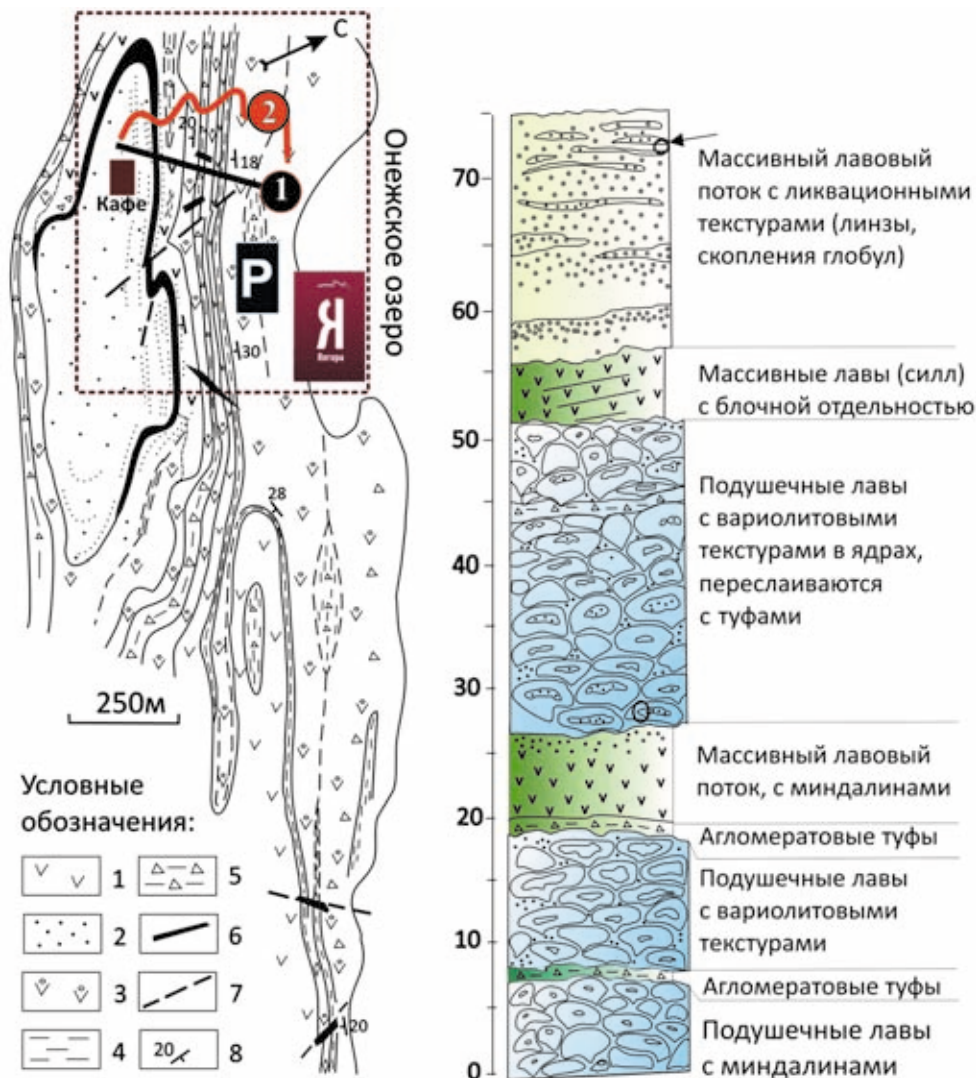


Рис. 2. Схема современного геологического строения территории горнолыжного центра и разрез Ялгоры (Ялгубского кряжа):

1 – массивные миндалекаменные лавы базальтов, 2 – массивные вариолитовые лавы, 3 – лавобрекчии, подушечные лавы, 4 – тонкие туфы, 5 – грубообломочные, 6 – секущие дайки, 7 – тектонические нарушения, 8 – элементы залегания



Рис. 3. Возможный пейзаж ранней Земли 2 млрд лет назад (реконструкция К. М. Towe, NASA)



Рис. 4. Строение вулканических аппаратов, возможно, существующих в Карелии 2 млрд лет назад (<http://dic.academic.ru/>)

Мощность извержений того времени была колоссальной, так как территория разброса пеплового и бомбового вулканического материала превышает десятки квадратных километров. Между отдельными взрывами существовали и спокойные периоды жизни вулканов, когда они изливали лаву (расплавленную породу базальтового состава) в виде огненных рек, спускающихся по склонам вулканических гор в долины, в том числе и в водоемы (рис. 5).

Если расплавленная лавовая река на своем пути встречала водную преграду, чаще всего это не останавливало раскаленный поток. Соприкасаясь с водой, из лавы образовывались огромные (до 5 м в диаметре) капли, шарообразные структуры, застывающие под водой и формирующие поля уплотненных лавовых комков, которые геологи называют «шаровыми лавами» или «подушечными лавами» за их характерную форму (см. рис. 5).

После изливания магм происходило небольшое затишье в извержениях, которое могло продолжаться день, а может и десятки лет, за это время вулкан накапливал энергию (магмы, поступающие с глубин земли, образовывали избыточное давление) и когда его становилось в избытке – начинался новый цикл извержения. Так, чередуя извержения и изливания лавы, происходило формирование горного рельефа Карелии миллиарды лет назад.

Как и люди, вулканы не могут жить вечно, у них есть период юности (когда вулканические горы лишь начинают формироваться), периоды взросления (активных извержений) и спокойная старость (во время которой вулкан не выбрасывает магматических пород, а о его былых подвигах лишь напоминают термальные воды и гейзеры, бьющие у его подножий). Примерно за миллион лет вулкан полностью прекращает свою активность и под действием различных физических процессов начинает разрушаться.



Рис. 5. Пример лавовой реки, изливающейся в океан на Гавайях (вулкан Килауэа), и современные шаровые лавы, формирующиеся в подводных условиях

За почти 1.5 млрд лет, которые прошли после описанных выше событий на территории Центральной Карелии, вулканические процессы ушли в небытие, мощность земной коры стала настолько значительной, что магмы уже не могли пробиться на ее поверхность. В это время происходило разрушение горных систем и формирование осадочных пород в различных водоемах.

Уже несколько тысяч лет назад (около 10 тыс. лет) в результате широкомасштабного изменения климата произошло оледенение, в ходе которого большая часть современной Карелии была покрыта мощными толщами льда (до 1 км высотой) и постепенно смещающимися под давлением собственной массы на юг. В ходе движения ледников разрушались горные постройки, ландшафт становился более равнинным, формировались многочисленные водоемы и скалы, имеющие вид «бараньих лбов».

Благодаря строительству горнолыжного центра «Ялгора» в районе Ялгубского кряжа стали более доступны выходы вулканических пород, представляющих собой чередование массивных и подушечных лав с продуктами вулканических взрывов (рис. 6).

Данный объект – фрагмент вулканического разреза, частично вскрытый на Ялгоре, по праву является интереснейшим природным геопарком на территории Северо-Запада России благодаря хорошей сохранности пород, их двухмиллиардному возрасту и уникальному разнообразию породных структур в разрезе. Наиболее типичными породами Ялгоры являются «шаровые» лавы базальтов (координаты: 61.883775, 34.524687), образованные в подводных условиях (см. рис. 6–7).

Большие объемы современной Ялгоры сформированы массивными лавами (рис. 8, а) в переслаивании с взрывными (взрывными) продуктами извержений (рис. 8, б). В лавах при излиянии присутствует большое количество газа, который при кристаллизации пород концентрируется в пузырьки, формируя впоследствии «миндалины».

Однако наибольшую известность в российской науке Ялгубскому кряжу принесли породы, которые в настоящее время представлены в выходах рядом с верхней станцией подъемника (см. рис. 2) и непосредственно возле верхнего кафе (координаты: 61.882502, 34.519316). В этом месте породы имеют уникальную структуру,



Рис. 6. Скальная стенка на парковке Горнолыжного центра «Ялгора», сформированная «шаровыми» лавами



Рис. 7. Пример строения отдельных «шаров» лавы: видны зоны закалки по краям обособлений, белые участки в ядре подушки и между соседними образованиями – агаты (сформированы кварц-карбонатным составом)

сформированную многочисленными шарообразными светлыми скоплениями размером от 1–2 мм до 3–5 см (рис. 9–10) (Левинсон-Лессинг, 1949; Пугин, Хитарев, 1980; Куликов и др., 1999).

Вариолиты – это уникальные породы, сформированные смешанным типом магм, контрастных по физическим свойствам. Вариолиты – результат процесса «ликвационной разделения расплава», когда происходит разделение первично однородной по составу магмы на несколько несмешивающихся составляющих по мере снижения температуры при кристаллизации. В окружающем нас быту мы часто сталкиваемся с «ликвационными структурами», например, подобное мы видим в молоке, когда в нем образуются крупные капли жира на поверхности. Внешне структура данных пород может напоминать капли масла в воде, формирующие разнообразные округлые фигуры, однако, тут уже будет работать совсем другой физический процесс.

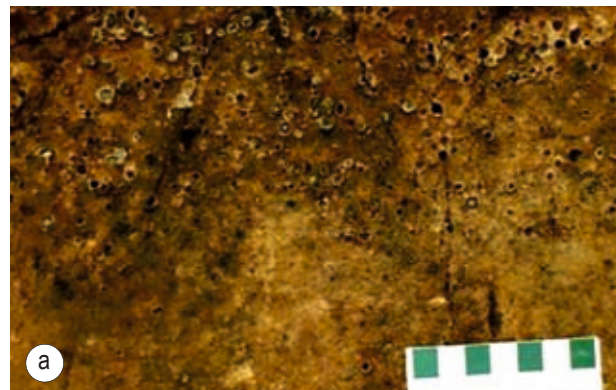


Рис. 8. а – скопление газовых пузырьков – «миндалин» в верхней части лавового потока. В настоящее время газовые полости заполнены более поздними минералами – кварцем и карбонатом; б – грубообломочные туфы Ялгоры – продукты вулканических взрывов



Рис. 9. Скопления округлых образований в лавах Ялгоры, называемые вариолитами

Именно благодаря вариолитам Ялгубский кряж получил мировую известность. Кстати, сам термин «вариолит» так назван за характерную бугристую «оспинную» поверхность, образующуюся после их интенсивного выветривания.

Согласно сведениям академика Ф. Ю. Левинсона-Лессинга (рис. 11), впервые исследова-

ние вариолитов в России было начато профессором А. А. Иностранцевым (рис. 12) (учителем и наставником Ф. Ю. Левинсона-Лессинга) в 1874 г. с изучения петрографии вариолитовых лав Ялгубского кряжа Центральной Карелии (Левинсон-Лессинг, 1949).

Следует сказать несколько слов об этих великих ученых, изучающих Карелию, и так

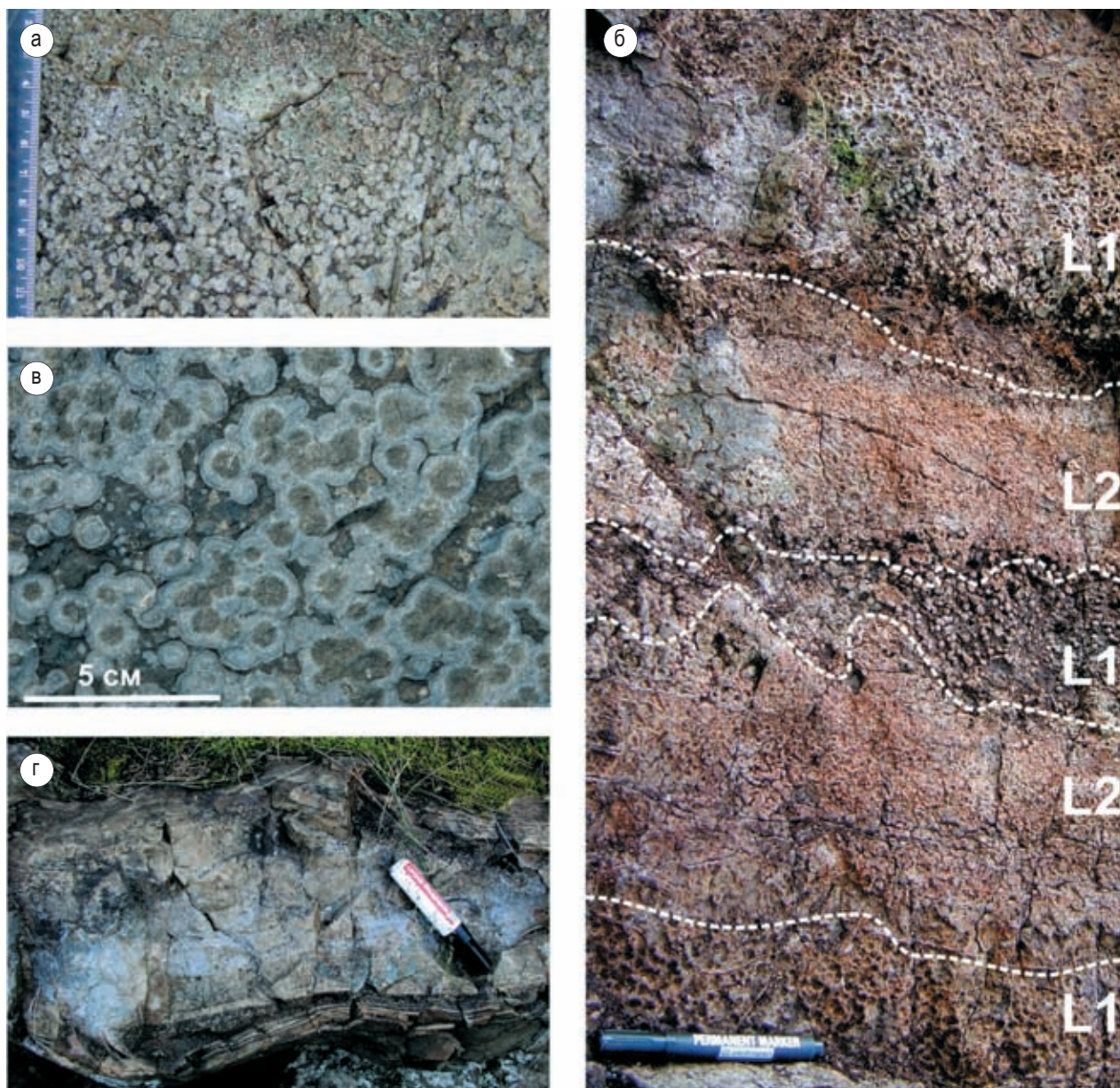


Рис. 10. Фотографии основных разновидностей вариолитовых (ликвационных) образований Ялгоры:

а – скопление ликвационных образований (отдельных вариолей и ликвационных пятен) в кровельной части лавового потока формируют породу на 85–90% объема; б – переслаивание зон ликвата (светлое, слой L2), представленных скоплением микроглобул, с прослоями расплава (более темные участки, слой L1), содержащего единичные вариолиты; в – кровля лавового потока, содержащая скопления и единичные крупные зональные глобулы с более темными ядрами (размер глобул от 0.3 до 2 см); г – ликвационная дифференциация в подушечных лавах. В краевых зонах подушки присутствуют ликвационные пленочные образования мощностью до 1–2 мм, в ядре подушки – вариолиты и ликвационные линзы



Рис. 11.
Академик
Ф. Ю. Левинсон-Лессинг
(1861–1939).
Всемирно известный
ученый, основоположник
отечественной геологии,
петрологии, основатель
кафедры петрографии
СПбГУ



Рис. 12.
А. А. Иностранцев
(1843–1919).
Русский геолог,
профессор геологии
Петербургского
университета,
член-корреспондент
Петербургской
Академии наук (с 1901 г.)

много сделавших для формирования Российской науки.

Профессор А. А. Иностранцев после окончания физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета (в 1867 г.) был оставлен сначала в качестве хранителя геологического кабинета; вскоре приступил к чтению лекций сначала в качестве приват-доцента, а затем занял должность профессора кафедры (1880 г.).

Многолетняя преподавательская деятельность А. А. Иностранцева, разработка базового и дополнительных лекционных курсов увенчалась созданием фундаментального учебника по геологии (1885–1887; 2-е изд.: 1889). Особое внимание (еще со студенческих времен) А. А. Иностранцев уделял развитию Геологического музея Петербургского университета, который под его руководством превратился в один из лучших геологических музеев России.

А. А. Иностранцев – один из основателей и председатель (с 1888 г.) Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии. Член целого ряда геологических, минералогических, антропологических обществ в России и за рубежом, Действительный

статский советник. Научные интересы профессора А. А. Иностранцева были направлены на изучение геологического строения европейской России (преимущественно – северных областей Карелии), Урала и Кавказа. Многочисленные экспедиции предоставили материал для составления геологических карт и очерков различных местностей России. Важно подчеркнуть, что именно профессором А. А. Иностранцевым в России впервые был применен микроскоп для изучения горных пород. Его внимание не обошло Ялгубский кряж, уже зная о существовании вариолитов Дюранс (Франция), он детально исследовал под микроскопом данные породы и составил их первое детальное описание.

Впоследствии его ученик, в будущем академик Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, ставший крупнейшим геологом, петрографом, минералогом, кристаллографом и историком естествознания в России, продолжил данные исследования. Франц Юльевич родился 25 февраля (9 марта) 1861 г. в Санкт-Петербурге в семье доктора медицины. В 1879 г. поступил на первый курс физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета. В студенческие годы он стал членом научно-литературного общества. Вместе с В. И. Вернадским был избран в научный отдел этого общества по специальности геология и минералогия, где Ф. Ю. Левинсон-Лессинг подготовил два реферата: «Очерк истории Земли», «Продукты выветривания и изменение главнейших минералов из группы полевых шпатов, авгитов и роговых обманок». Второй реферат был удостоен золотой медали и получил высокую оценку В. В. Докучаева.

После этого Франц Юльевич перевелся на естественный факультет университета и под руководством профессора А. А. Иностранцева занимался геологией, а у В. В. Докучаева – минералогией и почвоведением. В 1883 г. окончил университет со степенью кандидата естественных наук и был оставлен при университете для подготовки к профессорскому званию. С этого же времени он начал проводить самостоятельные геологические исследования в Карелии.

Первая его научная работа «Вариолиты Ялгубы Олонецкой губернии» была опубликована в 1885 г. (рис. 13). В данной статье им была составлена схема геологического строения территории Ялгубского кряжа (современная

территория горнолыжного центра «Ялгора») (рис. 14) и детально описаны все разновидности вариолитовых лав и предложен механизм формирования вариолитовой структуры в породах.

Публикация была написана на немецком языке и имела широкий резонанс в мировой геологической науке, она привлекла существенный интерес к Карелии и сделала Ялгубскую геологическую структуру одной из самых известных в мире.

Впоследствии (в 1886 г.) Ф. Ю. Левинсон-Лессинг занял должность консерватора Геологического кабинета в Санкт-Петербургском университете, в его коллекции хранилось большое количество образцов Карельских вариолитов. В 1888 г. вышла в свет его магистерская диссертация «Олонецкая диабазовая формация», которая сразу выдвинула автора в первые ряды выдающихся русских геологов. Наряду с превосходными описаниями пород он высказал свое представление о магматической формации и о диабазах как о продуктах, созданных подводными излияниями, детально описал механизм формирования подушечных структур. В числе первых геологов он поставил вопрос о возрасте изверженных пород.

С 1889 по 1892 г. в качестве приват-доцента Ф. Ю. Левинсон-Лессинг читал лекции по петрографии и минералогии в Санкт-Петербургском университете, опубликовал в 1891 г. широко известные «Таблицы для микроскопического определения пороодообразующих минералов», переведенные на английский язык и являющиеся руководством для начинающих специалистов. Впоследствии Ф. Ю. Левинсон-Лессинг стал профессором кафедры минералогии в Юрьевском университете (Тарту, Эстония), где в течение 10 лет читал лекции по кристаллографии, минералогии, петрографии и курс «Введение в геологию».

Параллельно с преподаванием, он интенсивно занимался научной работой. Изучал изверженные горные породы Центрального Кавказа и Северного Урала, вел исследования в области теоретической петрографии, проводил большую химико-аналитическую работу и осуществлял минералого-петрографические эксперименты.

Результатом стала знаменитая докторская диссертация «Исследования по теоретической петрографии в связи с изучением изверженных пород Центрального Кавказа» (1898). В ней

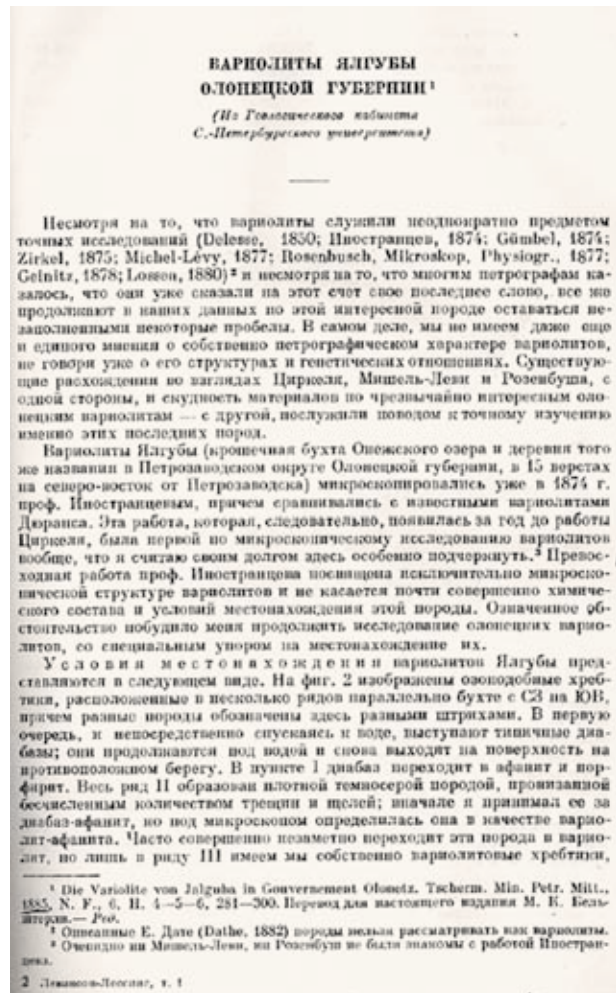


Рис. 13. Фрагмент перевода статьи Ф. Ю. Левинсона-Лессинга, посвященной детальному изучению Ялгоры (1885 г.)

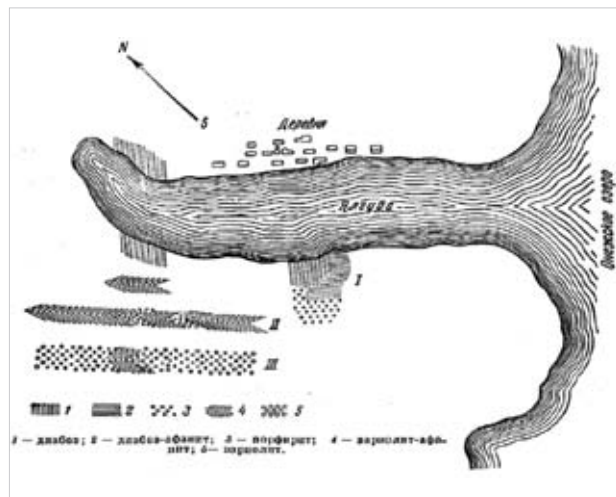


Рис. 14. Геологическая схема Ялгоры, составленная Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом (1885 г.)

тщательно рассмотрены вопросы химической классификации и характеристики изверженных пород, дифференциации и кристаллизации магмы, классификации и номенклатуры изверженных пород. Эта фундаментальная монография оказала огромное влияние на последующее развитие петрографической теории ликвационной гипотезы происхождения горных пород, в основу которой легли исследования, проведенные автором на Ялгоре.

Ф. Ю. Левинсон-Лессинг внедрил в петрографическую теорию химию и физическую химию, он упорно трудился над созданием для нее экспериментальной базы, основав русскую экспериментально-техническую школу. Ф. Ю. Левинсон-Лессинг был крупнейшим и общепризнанным как у нас, так и за границей авторитетом в вопросах теории магматических горных пород.

К концу XX в. вариолитовые структуры неоднократно воссоздавались в ходе многочисленных экспериментов по плавлению и кристаллизации природных и близким к ним базальтовых составов (Хитаров, Пугин, 1978; Пугин, Хитаров, 1980, 1982 и др.), что позволило подтвердить сделанные ранее вы-

воды и накопить значительный фактический и экспериментальный материал по условиям существования силикатной несмесимости в природных системах.

В настоящее время детальные геологические работы на Ялгоре продолжаются (Светов, Голубев, 2012; Светов, 2013; Светова, Светов, 2019; Svetov et al., 2020), меняются технические возможности исследований, меняются подходы и методы, становится возможным проведение компьютерного моделирования природных процессов, однако при этом интерес к вариолитам не ослабевает, что делает Ялгору очень важным и привлекательным местом не только для профессиональных ученых, но и для ценителей природы и истории.

Именно изучение данного объекта дало российской науке мощный толчок в развитии, применении «революционных» по тем меркам подходов и методик.

Создание горнолыжного центра «Ялгора» может стать прекрасной основой для организации пешеходных маршрутов по территории центра, позволяющих не только детально изучать далекое геологическое прошлое Карелии, но и прикоснуться к «вулканической» истории региона.

ЛИТЕРАТУРА

- Куликов В. С., Куликова В. В., Лавров В. С. и др. Суйсарский пикрит-базальтовый комплекс палеопротерозоя Карелии (опорный разрез и петрология). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 96 с.
- Левинсон-Лессинг Ф. Ю. Избр. тр. Т. 1. Изд-во АН СССР. М., 1949. 346 с.
- Пугин В. А., Хитаров Н. И. Вариолиты как пример ликвации магм. Геохимия. 1980. № 4. С. 496–512.
- Пугин В. А., Хитаров Н. И. Геохимия ряда элементов при ликвации в базальтовых магмах. Геохимия. 1982. № 1. С. 35–46.
- Светов С. А. Контаминация – как фактор инициализации ликвационного фракционирования базальтовых расплавов // Литосфера. 2013. № 2. С. 3–19.
- Светов С. А., Голубев А. И. Ликвация в базальтовых расплавах: Морфологические признаки, геохимическая характеристика и причины возникновения // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2013. № 3. Серия геология. С. 65–80.
- Светова Е. Н., Светов С. А. Агаты в палеопротерозойских вулканитах Онежской структуры (Центральная Карелия) // Записки Российского минералогического общества. 2019. Т. 148, № 3. С. 59–75. DOI <https://doi.org/10.30695/zrmo/2019.1483.04>.
- Хитаров Н. И., Пугин В. А. Ликвация в природных силикатных системах // Геохимия. 1978. № 6. С. 803–819.
- Svetov S. A., Chazhengina S. Yu., Stepanova A. V. Geochemistry and texture of clinopyroxene phenocrysts from Paleoproterozoic picrobasalts, Onega Basin, Fennoscandian Shield: records of magma mixing processes // Minerals. 2020. 10 (5), 434; <https://doi.org/10.3390/min10050434>.
- http://ru.wikipedia.org/wiki/Левинсон-Лессинг,_Франц_Юльевич
- http://ru.wikipedia.org/wiki/Иностранцев,_Александр_Александрович