

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Российский государственный педагогический  
университет им. А. И. Герцена

Факультет географии

Кафедра геологии и геоэкологии

# ГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ, ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ

коллективная монография

XVIII

Санкт-Петербург  
Издательство РГПУ им. А. И. Герцена  
2019

ББК 26.0,021  
Г 36

Печатается по рекомендации  
кафедры геологии и геоэкологии  
РГПУ им. А.И. Герцена

**Г 36**      **Геология, геоэкология, эволюционная география:** Коллективная монография. Том XVIII / Под ред. Е.М. Нестерова, В.А. Снытко. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2019. - 296 с.

ISBN 978-5-8064-2874-6

*Авторы: Нестеров Е.М., Снытко В.А., Александровская О.А, Аль-кади Мохаммед Абдо Касем Абдо, Андреев К.В., Беликова Т.И., Бондарев В.П., Борсук О.А. , Бродский А.В., Будник М.Г. , Бурлов В.Г., Васильев М.П., Вильданов И.Д., Войтеховский Ю.Л., Волгин А.В., Воробьев К.А., Галанина Ю.А., Галушкин И.С., Герасимов Д.В., Гольм М.А., Гончарова В.В., Григорьев Ал.А., Гришнякова А.И., Гургурова О.Н., Дорогутин А.О., Дрыгваль П.В., Евенкова Т.Д., Егоров П. И, Жагина С.Н., Зеленковский П.С., Зюкин А.В., Иванов Д.Л., Илалова Р.К., Карлович И.А., Карлович И.Е., Кашик Д.С., Каюкова Е.П., Киселев Г.Н., Ковалёв М.В., Косорукова Н.В., Крахина Е.А., Кует Фан Тхань, Кузьмич С.М., Куклина А.Г., Кулик С.Я., Куликов В.С., Куликова В.В., Кулиненко В.Н., Кулькова М. А., Лебедев С.В., Лехов В.А., Литвинова Т. П., Луговской А.М., Любимов А.В. , Любимов М.В. , Макарова Ю.А., Малышева Н.А., Малюхин Д.М., Мартынов В.Л., Матюнина В.А., Межова Л.А., Милютин Н.О., Мирошниченко Т.А., Монахова А.В., Морозов Д.А., Морозова М.А., Нерадовский Ю.Н. , Нестеров С.П., Нестерова М.Ю., Низовцев В.А., Никифорова В.С., Новикова К.В., Овчинников В.П., Озерова Н.А., Орешкин Н., Орлова К.С., Осипов К.В., Панова Е.Г., Пахомова О.М., Петрова О.И., Подлипский И.И., Попов А.В. , Пузык М.В., Пукась А.С., Пупышева Я. В., Пяткова М.Е., Радомская В.И., Распутин М.В., Румянцев Л.Л., Рылова В.Н., Савушкина Е.Ю., Сагова З.М., Сазонова В.В., Сазонова И.Е., Саломатин А.А., Светлосанов В.А., Сидоровская П.А., Слипченко Ф.Д., Сметанин И., Смольянинов Р.В., Собисевич А.В., Спесивцев А.В., Спесивцев В.А., Станис Е.В., Степанова М.В., Стрельцов М.А., Суслов В.Г., Теремов А.В., Тиличко Ю.Н., Тихомиров С.Н., Тихомирова И.Ю., Тихонов А.Н., Толстобров Д.С., Турмасова Д.Д, Тчаро Хоноре, Федоров П.В., Филатов А.А., Фрумин Г.Т. , Хачатурьянц В.Е., Цехмистер Е.Н., Цинкобурова М.Г., Шатрова Д.О., Шелкова Л. Н., Шешнёв А.С., Шикунова Н.Е., Шильнов А. А., Широков Р.С., Щерба В.А, Эрман Н.М., Bozena Wojtowicz.*

Коллективная монография, подготовленная по материалам XVIII Международного семинара «Геология, геоэкология, эволюционная география», посвящена проблемам отношений окружающей среды и общества. Адресуется специалистам в области наук о Земле и естественнонаучного образования, студентам, аспирантам и преподавателям вузов.

ISBN 978-5-8064-2874-6

© Коллектив авторов, 2019

© Издательство РГПУ им. А. И. Герцена,  
2019

**ПЕРВАЯ НАХОДКА ИЗМЕНЕННОЙ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ПОРОДЫ  
В ГЛАУКОНИТОВЫХ ИЗВЕСТНЯКАХ ВОЛХОВСКОЙ СВИТЫ  
ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ (СЗ РОССИЯ)**

Федоров П.В., Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург

**THE FIRST FINDING OF AN ALTERED VOLCANIC ROCK IN GLAUCONITIC  
LIMESTONE OF THE VOLKHOV FORMATION AT THE LENINGRAD  
OBLAST' (NW RUSSIA)**

P.V. Fedorov, Saint-Petersburg State University, St. Petersburg

Ключевые слова: пемза; волховская свита; дапинский ярус; СЗ Россия.

Abstract. A single thin lens of altered pumice from the middle part of the glauconitic limestone of the Volkhov Formations (Lower Ordovician, upper Floian – Mid-dle Ordovician, lowermost Darriwilian) is described. To study the lens, a SEM with a microanalyzer, the ICP-MS and X-ray diffraction methods were used. The lens is composed of translucent bentonite clay containing collapsed vesic-les, sanidine and biotite phenocrysts. Bulk composition of the

altered pumice corresponds to trachyandesite, but the phenocrysts and immobile trace elements indicate the primary trachyte composition. The Ta vs Yb diagram, Y+Nb vs Rb diagram, and Yb+Ta vs Rb diagram show presumable origin of the pumice in a volcanic-arc setting. Probably, pumice sailed into the Baltic Paleobasin interior from the nearest volcanic-arc systems that were active during Dapingian 467– 470 Ma ago: the Popelogan-Victoria arc and systems of the southern Laurentia.

Keywords: pumice; Volkhov Formation; Dapingian; NW Russia.

Несколько лет назад, в известняковом карьере Бабино на правобережье р. Волхов, в пачке «желтяков», слагающих среднюю часть разреза глауконитовых известняков волховской свиты ордовика, принадлежащую дапинскому ярусу, была обнаружена маленькая линза зеленовато-серой глины (рис.1). От обычных карбонатных глин, слагающих линзы и тонкие прослои внутри известняков, этот материал отличался полупрозрачностью, наличием макроскопических кристаллов темной слюды и агрегатов розовато-белого мелкокристаллического минерала (рис.1). Необычная порода была обнаружена в третьем снизу слое известняков пачки «желтяков», для обозначения которого местные плитомы используют неформальное название «краснота» [1]. Длительные поиски дополнительных образцов этой породы во вскрытых разработкой коренных отложениях и отвалах карьера, на дистанции более километра, не принесли результатов на протяжении всех последующих лет.

Наличие фенокристов указывает на вулканическое происхождение необычной породы. Прослои метабентонитов (измененных вулканических пеплов) широко распространены в отложениях верхнего ордовика – нижнего силура Балтоскандии [2], но ни в глауконитовых известняках, ни в одновозрастных им фациях эпиконтинентального Балтийского палеобассейна, вулканические породы не были известны прежде. Точечная локализация линзы и макроскопические размеры кристаллов биотита в ней указывают на то, что слагающее ее вещество не имеет отношения к вулканическому пеплу, но представляет собой образец измененной пемзы. Максимальный размер фенокристов в бентонитах Балтоскандии – 0,25мм [3], что в 8–10 раз меньше, чем в нашем образце.

Структура и состав ископаемой пемзы и фенокристов исследовались в сколках, помещенных в шайбу из эпоксидной смолы, в Ресурсном центре «Микроскопии и микроанализа» Ресурсного парка СПбГУ на СЭМ Hitachi TM 3000 с микроанализатором Swift ED 3000. Минеральный состав матрикса и фенокристов был выявлен на дифрактометре Agilent Technologies «Supernova» в ресурсном центре «Рентгенодифракционные методы исследования» того же парка. Содержание малых и рассеянных элементов было определено методом ICP-MS во Всероссийском геологическом институте.

Результаты приборных исследований: матрикс ископаемой пемзы состоит из глинистого минерала бентонита с примесью иллита; в матриксе сохранились реликты газовых пузырьков (рис. 2А); темная слюда является

биотитом, к ней тяготеют микровключения циркона (рис. 2Б); светлые микрокристаллические агрегаты представлены санидином (рис. 2В); по содержанию  $\text{SiO}_2$  и  $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$  ископаемая пемза соответствует трахиандезиту (табл. 1, рис. 3А), но отсутствие Na и минеральный состав фенокристов свидетельствуют об ее принадлежности к калиевым трахитам – санидинитам, т.е. вулканитам с более высоким содержанием кремнезема.

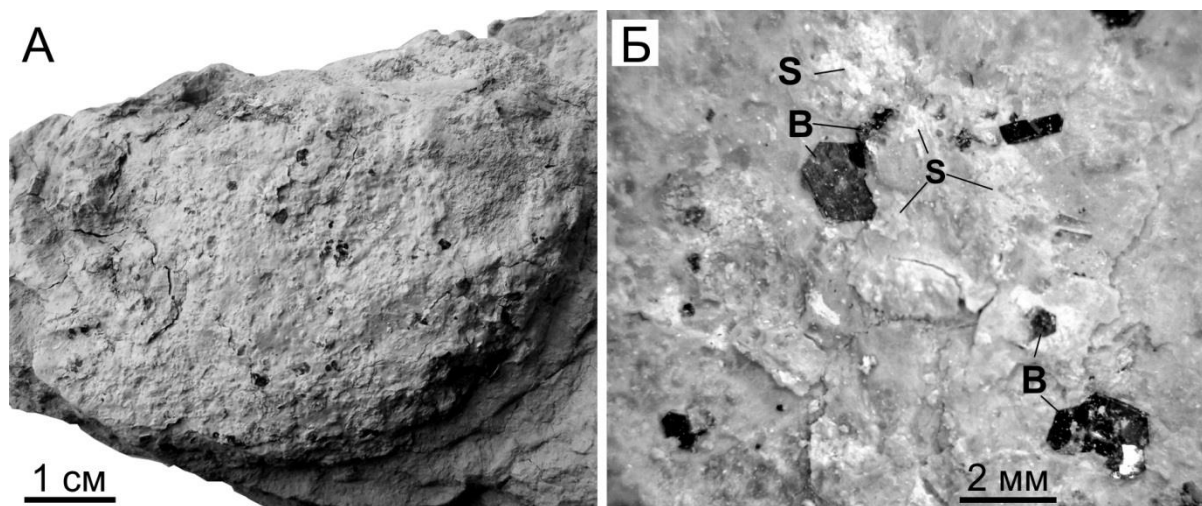


Рис. 1. Измененная пемза на плитке известняка - «желтяка» из карьера Бабино: А – общий вид; Б – фенокристы: черные кристаллы биотита (В) и светлые розовато-белые агрегаты микрокристаллов санидина (S) в полупрозрачной аутигенной глине.

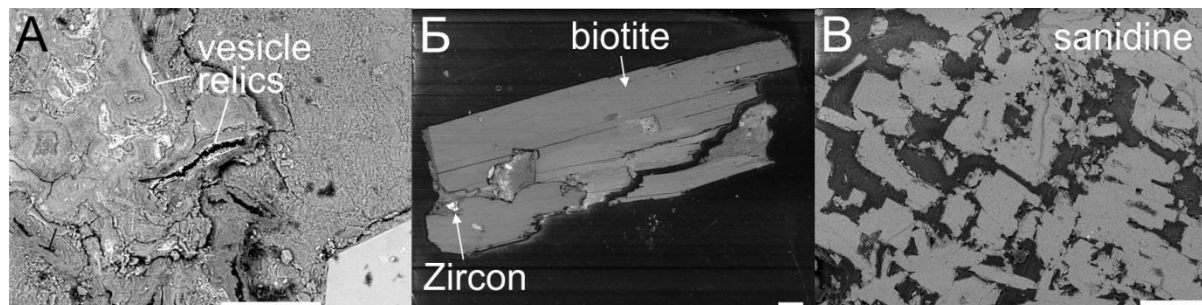


Рис. 2. Структура матрикса и фенокристы измененной пемзы, СЭМ-изображения: А – реликты коллапсировавших газовых пузырьков в аутигенной глине; Б – поперечный срез кристалла биотита с включениями бентонита, содержащими цирконы; В – агрегат кристаллов санидина. Шкала для всех изображений – 100μm.

Табл. 1. Содержание в ископаемой пемзе породообразующих оксидов (%) по данным микронзондового анализа, и некоторых рассеянных элементов (ppm) по данным ISP-MS.

$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{TiO}_2$	$\text{P}_2\text{O}_5$	Zr	Nb	Y
56,1	21,2	10,5	1,0	3,1	7,9	-	0,3	-	610	22	8

Потеря части кремнезема и, соответственно, обогащение алюминием произошли, очевидно, в ходе превращения вулканического стекла пемзы в глину. Для определения первичного состава измененной пемзы были использованы соотношения  $\text{Zr}/\text{TiO}_2$  против  $\text{Nb}/\text{Y}$ , которые также указали на происхождение образца из трахитовой магмы (рис. 3Б).

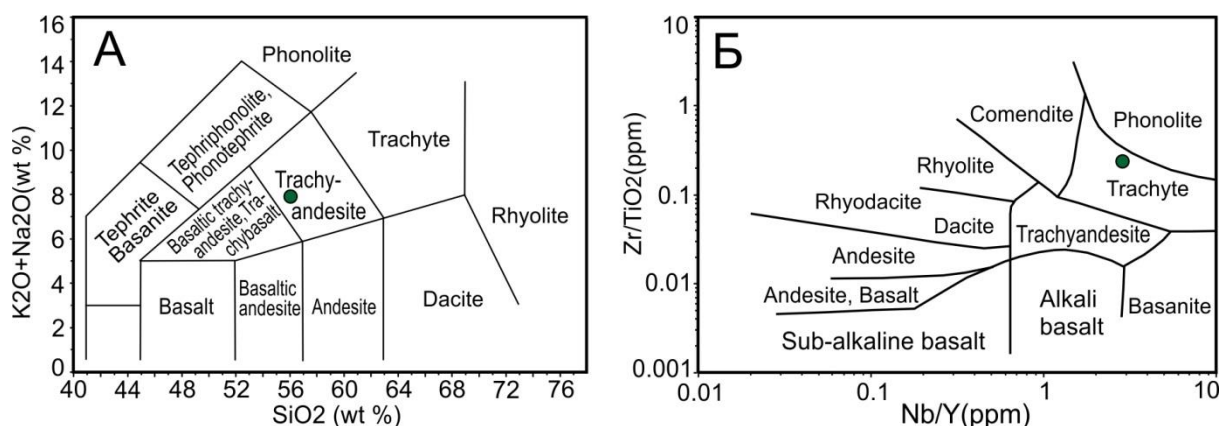


Рис. 3. Положение ископаемой пемзы из пачки «желтяков» на дискриминативных диаграммах  $K_2O+Na_2O$  против  $SiO_2$  и  $Zr/TiO_2$  против  $Nb/Y$  (Winchester & Floyd, 1977).

Трахит-сиенитовые магмы формируются в различных геотектонических обстановках: внутриплитных (континентальных и океанских), остро-водужных и коллизионных, всегда в незначительных объемах [4]. Для определения возможной обстановки формирования нашего образца были выбраны некоторые малоподвижные элементы, обычно используемые для дискриминации обстановок умеренно-кислых магматических пород и трахитов. Все соотношения этих элементов указали на островодужное происхождение исходной магмы (рис. 4А-В).

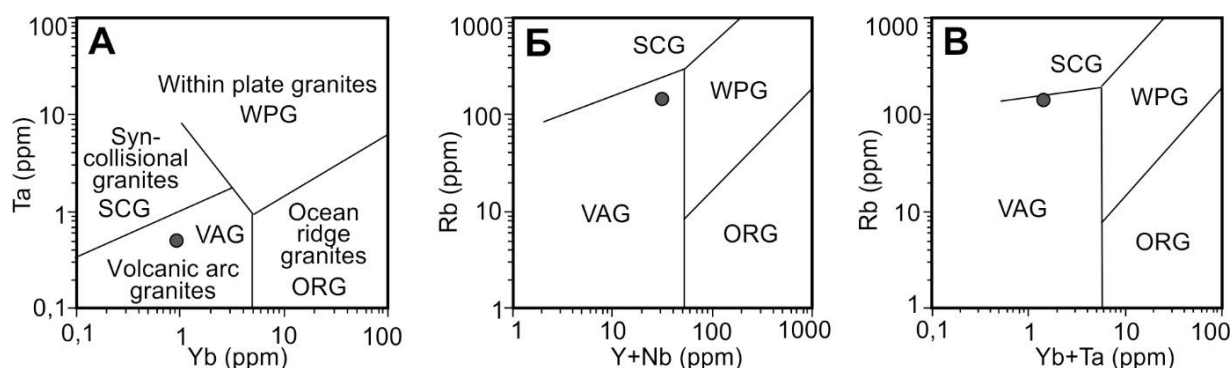


Рис. 4. Положение ископаемой пемзы из пачки «желтяков» на дискриминационных диаграммах (Pearce et al., 1984), разделяющих геодинамические обстановки образования умеренно-кислых магм по соотношению малоподвижных рассеянных элементов.

Вулканический источник пемзы, обнаруженной в волховской свите, вероятно, принадлежал одной из ближайших активных окраин, обрамлявших в дапинском веке микроконтиненты Гандерии и Авалонии, а также южную окраину Лаврентии (рис. 5).

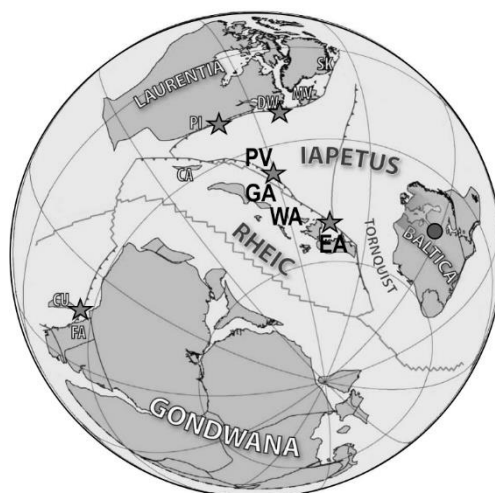


Рис. 5. Расположение континентов в дапинском веке по Domeier 2016, с изменениями. Место находки пемзы помечено кружком с темной заливкой, звездочками показаны зоны активного островодужного вулканизма. PV – вулканическая дуга Попелоган-Виктория; GA – Гандерия; WA – Западная Авалония; EA – Восточная Авалония.

### Литература

- [1] Дронов А.В., Федоров П.В. Карбонатный ордовик окрестностей Санкт-Петербурга: Стратиграфия желтяков и фриз. Вестник СПбГУ. Сер. 7: Геология, география. Вып. 2 (№ 14), 1995, с.9–16.
- [2] Huff, W.D., Bergström, S.M., and Kolata, D.R., 2010, Ordovician explosive volcanism, in Finney, S.C., and Berry, W.B.N., eds., The Ordovician Earth System: Geological Society of America Special Paper 466, p. 13–28, doi: 10.1130/2010.2466(02).
- [3] Kallaste T. Pyroclastic Sanidine in the Lower Palaeozoic Bentonites – A Tool for Regional Geological Correlations. Natural and Exact Sciences B167. TUT Press, 2014, 141pp. ISBN 9789949235988
- [4] Короновский Н. В., Демина Л. И. Магматизм как индикатор геодинамических обстановок: учебное пособие. М.: 2011. 234 с. ISBN 978-5-98227-777-0