

**6/2019** (10)  
издается с декабря 2010 г.

УДК 551, 552, 553  
ISSN 2307-5252

*Российская Академия Наук*

0+

# ТРУДЫ

**Кольского научного центра**

## ГЕОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ

**выпуск 1**

Материалы XXX Молодежной научной школы-конференции, посвящённой памяти члена-корреспондента АН СССР К. О. Кратца и академика РАН Ф. П. Митрофанова «Актуальные проблемы геологии докембрия, геофизики и геоэкологии»

**DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6**

### Научно-информационный журнал

Основан в 2010 году  
Выходит 11 раз в год

Учредитель — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»  
Свидетельство о регистрации СМИ  
ПИ № ФС77-58457 от 25.06.2014  
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Главный редактор, председатель Редакционного совета  
С. В. Кривовичев, чл.-корр. РАН, д. г.-м. н., проф.

Заместитель главного редактора  
В. К. Жиров, чл. - корр.

Редакционный совет:  
академик Г. Г. Матишов,  
чл. - корр. А. И. Николаев,  
д. э. н. Ф. Д. Ларичкин  
д. т. н. В. А. Путилов,  
д. ф. - м. н. Е. Д. Терещенко,  
к. т. н. А. С. Карпов (отв. секретарь)

Редколлегия серии «Геология и геохимия»:  
д. г. - м. н., профессор Н. Е. Козлов  
(отв. редактор),  
к. г. - м. н. Д. Р. Зозуля,  
д. г. - м. н. Т. В. Каулина,  
к. г. - м. н. В. В. Колька,  
к. г. - м. н. А. В. Мокрушин,  
к. г. - м. н. С. В. Мудрук,  
д. г. - м. н. В. А. Нивин,  
к. г. - м. н. Т. В. Рундквист (зам. отв. ред.),  
к. ф. - м. н. А. Н. Шевцов

Редакторы выпуска:  
к. г.-м. н. Е. Н. Козлов,  
к. г.-м. н. Д. С. Толстобров,  
Е. Н. Фомина

Научное издание  
Редактор: Е. Н. Еремеева  
Технический редактор: В. Ю. Жиганов  
Подписано к печати 14.11.2019.  
Дата выхода в свет 28.12.2019.  
Формат бумаги 70×108 1/16.  
Усл. печ. л. 25.64. Заказ № 39. Тираж 300 экз.  
Свободная цена.

Адрес учредителя, издателя и типографии:  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Кольский научный центр РАН»  
184209, г. Апатиты, Мурманская обл.,  
ул. Ферсмана, 14  
Тел.: (81555) 7-53-50; 79-5-95, факс: (81555) 76425  
E-mail: ksc@ksc.ru. www.ksc.ru, naukaprint.ru

184209, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Ферсмана, 14,  
Кольский научный центр РАН  
Тел.: (81555) 79393, 79380, факс: (81555) 76425  
E-mail: admin@adm.ksc.apatity.ru, http://www.ksc.ru

© Геологический институт Федерального исследовательского центра  
"Кольский научный центр Российской академии наук, 2019  
© ФГБУН ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук», 2019

движений земной коры: мат-лы X научно-координационной сессии по проблеме «Перемещение наносов и формирование толщ прибрежных отложений в условиях вертикальных движений». Таллин: Изд. ВАЛГУС, 1966. С. 178–182.

*Бискэ Г. С., Лак Г. Ц.* О причинах послеледниковых колебаний береговых уровней на юго-восточной окраине Балтийского щита // Baltica. 1967. Vol. 3. С. 203–213.

*Демидов И. Н.* О максимальной стадии развития Онежского приледникового озера, изменениях его уровня и гляциоизостатическом поднятии побережий в позднеледниковье // Тр. Кольского науч. центра РАН. 2006. Сер. «Геология и полезные ископаемые Карелии». Вып. 9. С. 171–181.

#### *Сведения об авторе*

**Чеботарева Виктория Александровна**

студентка, СПбГУ, Институт наук о Земле, vika.chebotaryowa@yandex.ru

**Chebotareva Viktoria Alexandrovna**

Student, SPbSU, Institute of Earth Sciences, vika.chebotaryowa@yandex.ru

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.041

УДК 550.93 : 553.83

**А. В. Чистякова<sup>1</sup>, Р. В. Веселовский<sup>1,2</sup>, Д. В. Семёнова<sup>3</sup>, А. М. Фетисова<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт физики Земли РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup>Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

### **ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ U–Pb ДАТИРОВАНИЯ ДЕТРИТНЫХ ЦИРКОНОВ ИЗ ПЕРМО-ТРИАСОВЫХ КРАСНОЦВЕТОВ РУССКОЙ ПЛИТЫ (РАЗРЕЗЫ ЖУКОВ ОВРАГ И НЕДУБРОВО)**

#### **Аннотация**

Представлены первые результаты U–Pb LA–ICPMS датирования детритных цирконов из пермо-триасовых красноцветов Московской синеклизы: две пробы представляют пограничный P–T интервал опорного разреза Жуков Овраг, третья проба отобрана из разреза Недуброво, стратиграфическая позиция которого неоднозначна. Полученные результаты свидетельствуют о значимом различии питающих провинций позднепермских и раннетриасовых осадочных бассейнов, что подтверждает перспективность использования метода детритных цирконов для решения вопросов стратиграфии P–T отложений Русской плиты.

#### **Ключевые слова:**

*детритные (обломочные) цирконы, U–Pb геохронология, пермь, триас, Русская плита.*

**A. V. Chistyakova<sup>1</sup>, R. V. Veselovskiy<sup>1, 2</sup>, D. V. Semenova<sup>3</sup>, A. M. Fetisova<sup>1, 2</sup>**

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of SB RAS, Novosibirsk, Russia

## **FIRST DATA ON U–PB DATING OF DETRITAL ZIRCONS FROM THE PERMIAN-TRIASSIC REDBEDS OF THE RUSSIAN BASIN (THE ZHUKOV RAVINE AND NEDUBROVO OUTCROPS)**

### **Abstract**

We present the first results of U–Pb L–ICPMS dating of detrital zircons from the Permian-Triassic redbeds of the Moscow Basin: two samples were taken close to the P–Tr boundary of the Zhukov Ravine reference section; the third sample represents the Nedubrovo outcrop with an uncertain stratigraphic position. The results show a significant difference between the provenance of the Late Permian and Early Triassic sedimentary basins; we use this conclusion to clarify the stratigraphic position of the Nedubrovo sediments.

### **Keywords:**

*detrital zircons, U–Pb geochronology, Permian-Triassic boundary, Russian Basin.*

### **Введение**

Пермо-триасовый осадочный комплекс занимает значимую позицию в структуре чехла Восточно-Европейской платформы и широко развит в пределах осадочных бассейнов Русской плиты, в частности Московской синеклизы. В его составе отложения верхней перми и нижнего триаса представлены терригенными красноцветами, накопление которых происходило, главным образом, в условиях пересыхающих мелких водоемов и речных долин. Указанные обстановки осадконакопления предопределили стратиграфическую неполноту отдельно взятых разрезов и значительную фаціальную изменчивость по латерали, что, наряду с отсутствием региональных литологических маркеров и в ряде случаев ограниченными возможностями использования палеонтологического метода, существенно затрудняет региональную корреляцию пограничных пермо-триасовых осадочных толщ. Магнитостратиграфический метод давно и успешно используется для определения и уточнения стратиграфической позиции пермо-триасовых разрезов Восточно-Европейской платформы, однако и его возможности нередко ограничены в виду трудности учета стратиграфической неполноты осадочных разрезов. Из всего вышеобозначенного следует, что для дальнейшего решения проблемы внутри- и межбассейновой корреляции терригенных пермо-триасовых толщ Русской плиты необходимо привлекать дополнительные независимые методы.

Метод изучения питающих провинций по минералам тяжелой фракции, в том числе по обломочным (детритным) цирконам, активно развивающийся в последние десятилетия, является мощным и доступным инструментом корреляции терригенных толщ. В недавней работе (Арефьев и др., 2016) впервые были использованы данные о распределении акцессорных минералов тяжелой фракции пограничных пермо-триасовых пород Русской плиты: авторами сделаны выводы о связи гранат-цирконовой ассоциации, характерной для верхнепермских отложений, с Фенноскандинавской питающей провинцией, а эпидот-цоизитовой, свойственной для нижнетриасовых пород, — с Уральской провинцией. Таким образом, на настоящий момент имеются указания на наличие контрастных питающих провинций для терригенных отложений Русской плиты в пермское

и триасовое время. Дальнейшим развитием в рамках решения проблемы корреляции и стратиграфического расчленения пограничных пермо-триасовых разрезов Русской плиты видится применение метода уран-свинцового (U–Pb) датирования детритных цирконов, ранее не применявшегося для Русского бассейна.

Целью данного исследования является оценка возможностей метода U–Pb LA–ICPMS датирования детритных цирконов в качестве инструмента стратиграфической корреляции и расчленения пермо-триасовых разрезов Русской плиты на примере опорного пограничного Р–Т разреза Жуков Овраг и разреза Недуброво, стратиграфическая позиция которого на сегодняшний день однозначно не определена (верхняя пермь или нижний триас).

### **Объекты исследования**

В качестве объектов исследования были выбраны: (1) разрез Жуков Овраг, стратиграфическая позиция, равно как и положение границы перми и триаса, в котором надежно определены (Голубев, 2012), что позволяет использовать этот разрез как эталонный, и (2) разрез Недуброво, время накопления которого является предметом продолжительных дискуссий и на настоящий момент не может быть однозначно определено (Лозовский и др., 2016).

Опорный разрез пограничных отложений перми и триаса *Жуков Овраг* расположен вблизи города Гороховец на востоке Владимирской области (56,188 ° с. ш., 42,649 ° в. д.). Сводный разрез составлен по серии обнажений, расположенных в бортах Жукова Оврага на ЮЗ окраине города Гороховец. За несколько десятилетий детального палеонтологического и литолого-стратиграфического изучения отложения разреза Жуков Овраг были качественно и разносторонне охарактеризованы. Однако, несмотря на то что ещё с 1960-х гг. разрез утверждён в качестве опорного для центральной части Московской синеклизы (Сенников, Голубев, 2012), детальные палеомагнитные исследования были проведены лишь недавно (Фетисова и др., 2018), а исследования методом датирования детритных цирконов, которые в последние годы являются своего рода стандартом при изучении опорных терригенных разрезов, не проводились вовсе. На сегодняшний день комплексная характеристика по разным группам фауны (остракодам, тетраподам, рыбам) и палеомагнитным данным как пермских, так и триасовых частей разреза полностью обосновывает выбор опорного разреза Жуков Овраг в качестве перспективного объекта исследования методом датирования обломочных цирконов.

Отбор проб проводился в мае 2018 г. в ходе полевых работ. Обнажённость стенок оврага довольно низкая, в связи с чем для отбора проб в нескольких местах по всей длине оврага закладывались шурфы глубиной до 1 м; вскрытые шурфами интервалы сводного разреза надежно сопоставлялись друг с другом. Опробованию подверглись слои мелко-среднезернистых слабосцементированных песчаников, вес проб составлял 2–3 кг. По результатам лабораторной обработки необходимое количество цирконов удалось выделить из двух проб: проба № 11 представляет терминальную пермь (слой № 27 согласно (Голубев, 2012)), проба № 56 — низы триасового интервала (слой № 7 по (Голубев, 2012)).

*Разрез Недуброво* расположен на крутом левом берегу р. Кичменьги, в д. Недуброво Вологодской области (60,04521 ° с. ш., 45,74047 ° в. д.). Выделенная сравнительно недавно недубровская пачка — предмет неутрачивающих споров

в связи с неопределенностью возраста слагающих ее отложений. Проведенные различными исследователями многочисленные определения фауны и флоры позволяют относить недубровские отложения, с одной стороны, к терминальной перми, с другой — к нижнему триасу. Уникальность недубровской пачки определяется также отсутствием известных возрастных аналогов в пределах Московской синеклизы. Метод обломочных цирконов потенциально может позволить конкретизировать стратиграфическую позицию разреза Недуброво, поэтому из пачки песков в верхней части разреза была отобрана одна проба весом 3 кг для выделения обломочных цирконов.

### **Методика U–Pb LA–ICPMS датирования детритных цирконов**

Выделение и U–Pb датирование обломочных цирконов из трех рассматриваемых проб было выполнено в Аналитическом центре ИГМ СО РАН по стандартной методике. Из пробы № 11 (пермская) для датирования было отобрано 150 зёрен; из пробы № 56 (триасовая) — 76 зёрен, из пробы «Недуброво» — 29 зёрен. Изучение морфологии и внутреннего строения зёрен проводилось по катодолюминесцентным (CL) изображениям и снимкам в отражённых электронах (BSE). Датирование выполнено методом LA–ICPMS с использованием масс-спектрометра Element XR (Thermo Scientific) в лаборатории Института геологии и минералогии СО РАН (Новосибирск).

Обработка данных, в том числе расчет изотопных отношений, проводилась в программе Glitter (Van Achterbergh et al., 2001; Griffin et al., 2008). Расчет средневзвешенных значений возраста по изотопным отношениям выполнен с помощью Microsoft Excel со встроенным пакетом Isoplot (Ludwig, 2008). С использованием этого же программного обеспечения рассчитывались коэффициенты дискордантности ( $D$ ) и корреляции погрешностей отношений  $^{207}\text{Pb} / ^{235}\text{U}$  и  $^{206}\text{Pb} / ^{238}\text{U}$  ( $Rho$ ); строились диаграммы с конкордией, гистограммы и кривые функции плотности вероятности. K–S тест и построение кумулятивных кривых возрастов выполнялись с помощью макроса MS Excel, созданного G. Gehrels and J. Guynn (Dep. of Geosciences University of Arizona, Tucson, USA) и размещенного для свободного использования на сайте [sites.google.com/a/laserchron.org/laserchron/home](https://sites.google.com/a/laserchron.org/laserchron/home). Погрешности всех единичных анализов (отношения и возраст) учитывались для уровня  $\pm 1\sigma$ .

### **Интерпретация и обсуждение результатов**

При интерпретации результатов датирования обеих проб разреза Жуков Овраг учитывались только датировки зёрен со значениями дискордантности  $D < 5$ . Отметим, что в данном случае использование классического более «мягкого» фильтра  $D < 10$  приводит только к «затушевыванию» общей картины и не позволяет выявить при этом новых характерных пиков. Таким образом, в результате проведённой отбраковки при интерпретации возрастных спектров учитывались значения изотопного возраста, полученные для 108 зёрен из пробы № 11 (терминальная пермь) и 38 зёрен из пробы № 56 (нижний триас). В связи с малым общим количеством выделенных цирконов из пробы «Недуброво» анализировались все 29 полученных значений U–Pb возраста.

По возрастам зёрен с приемлемой степенью дискордантности были построены гистограммы и кривые плотности вероятности. Для цирконов, имеющих возраст более 1 млрд лет, принимался возраст, рассчитанный

по изотопному отношению  $^{207}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$ , а для более молодых, соответственно, рассчитанный по отношению  $^{206}\text{Pb} / ^{238}\text{U}$ . Доверительный интервал учитывался на уровне  $\pm 1\sigma$ . Характерными считались пики, сформированные тремя и более U–Pb датировками цирконов.

Обломочные цирконы *верхнепермских* отложений разреза Жуков Овраг (проба № 11) рассредоточены в пределах широкого возрастного интервала — от  $2747,3 \pm 30,96$  до  $338,2 \pm 5,39$  млн лет. Зёрна архейского возраста (6 %) сгруппированы на участке с максимумом 2680 млн лет. Основной объём выборки (79 %) составляют датировки цирконов в диапазоне от  $2079,6 \pm 35,11$  до  $943,1 \pm 14,77$  млн лет, формирующие на фоне непрерывного распределения два отчётливых пика — 1776 и 1005 млн лет. Пик с максимумом 1517 млн лет отдельно не выделяется в силу исчезновения его на уровне доверия  $\pm 2\sigma$ . Около 3 % цирконов — вендские (небольшой пик с максимумом 620 млн лет). Наконец, палеозойские зёрна цирконов (12 %) образуют отчетливо выраженный максимум 358 млн лет.

Цирконы из *нижнетриасового* интервала разреза Жуков Овраг (проба № 56) также охватывают широкий спектр возрастов — от  $3219,6 \pm 32,29$  до  $336,3 \pm 5,37$  млн лет. Но значимый пик формирует только палеозойская популяция (39 %) — максимум 348 млн лет. Остальные зёрна образуют маловыразительное плато (наблюдаемые небольшие пики полностью сглаживаются на уровне доверия  $\pm 2\sigma$ ) в интервале 2023,4–922,1 млн лет. Зёрна архейского возраста (5 %) единичны и не формируют характерных пиков.

Для статистической оценки степени различия возрастных спектров обломочных цирконов из проб № 11 и № 56 опорного разреза Жуков Овраг был проведён тест Колмогорова — Смирнова (K–S тест). Тест показал существенные различия пермской и триасовой проб ( $p = 0,025$ ), подтверждая, тем самым, контрастность питающих соответствующие осадочные бассейны провинций. Важно, однако, отметить, что неравноценность объёма сравниваемых выборок (108 и 38 зёрен) может существенно влиять на результат K–S теста.

Спектр U–Pb возрастов цирконов из пробы «Недуброво» имеет два статистически обоснованных пика: максимумы  $\sim 400$  млн лет (сформирован 16 зёрнами) и  $\sim 1800$  млн лет (4 зёрнами). Отсутствие датировок, близких к 1 млрд лет, по аналогии с результатами датирования цирконов из разреза Жуков Овраг, дает возможность предполагать, что источник сноса был схож с таковым для пробы № 56 из нижнетриасового интервала разреза Жуков Овраг, что, в свою очередь, может указывать на триасовый возраст отложений разреза Недуброво. Однако сделанный вывод на данном этапе исследований следует признать весьма предварительным и требующим подтверждения путем датирования более представительной выборки обломочных цирконов из разреза Недуброво.

### **Заключение**

На основании проведённой качественной и количественной интерпретации возрастных спектров детритных цирконов из верхнепермского и нижнетриасового интервалов опорного разреза Жуков Овраг, а также анализа U–Pb датировок обломочных цирконов разреза Недуброво, имеющего дискуссионную стратиграфическую привязку, можно сделать следующие выводы: 1) источники сноса для верхнепермских и нижнетриасовых терригенных пород опорного Р–Т разреза Жуков Овраг на данном этапе представляются контрастными, что позволяет привлекать детритную геохронологию при решении

задач стратиграфического расчленения пермо-триасовых отложений Русской плиты, при этом сами результаты, полученные по этому разрезу, предлагается использовать в качестве эталонных; 2) по аналогии с возрастными спектрами обломочных цирконов опорного разреза Жуков Овраг, спектр, полученный для спорного разреза Недуброво, позволяет предполагать раннетриасовый возраст накопления недубровской пачки. Однако этот вывод следует считать предварительным и требующим заверки.

### Благодарности

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ (18-05-00593), а также НИР в рамках госзадания ИФЗ РАН и геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова.

### Литература

*Арефьев М. П., Голубев В. К., Кулешов В. Н. и др.* Комплексная палеонтологическая, седиментологическая и геохимическая характеристика терминальных отложений пермской системы северо-восточного борта Московской синеклизы. Статья 1. Бассейн реки Малая Северная Двина // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 2016. Т. 91, № 1. С. 24–49.

*Голубев В. К.* Границы верхнего отдела пермской системы на Восточно-Европейской платформе // Палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия. Материалы III Всероссийского совещания «Верхний палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия». СПб.: ВСЕГЕИ, 2012. С. 68–70.

*Лозовский В. Р., Балабанов Ю. П., Карасев Е. В., Новиков И. В., Пономаренко А. Г., Ярошенко О. П.* Терминальная пермь европейской России: вязниковский горизонт и недубровская пачка и граница перми и триаса // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2016. Т. 24 (4). С. 38–54.

*Сенников А. Г., Голубев В. К.* К фаунистическому обоснованию границы перми и триаса в континентальных отложениях Восточной Европы. 1. Гороховец — Жуков овраг // Палеонтологический журнал. 2012. № 3. С. 88–98.

*Фетисова А. М., Балабанов Ю. П., Веселовский Р. В., Мамонтов Д. А.* Аномальная намагниченность красноцветов недубровской пачки пограничных пермо-триасовых отложений Русской плиты // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63, № 4. С. 544–560. DOI: 10.21638/spbu07.2018.409

*Griffin W. L., Powell W. J., Pearson N. J., O'Reilly S. Y.* Glitter: Data reduction software for laser ablation ICP-MS; In Sylvester, P. J. (ed.), Laser Ablation ICP-MS in the Earth Sciences: Current Practices and Outstanding Issues, Mineralogical Association of Canada Short Course Series, Short Course 40, Vancouver, B. C., 2008, P. 308–311.

*Ludwig K. R.* Isoplot/Ex 3.70. A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronological Center, Berkeley, Special publication. 2008. № 4. 76 p.

*Van Achterbergh E., Ryan C. G., Jackson S. E., Griffin W. L.* Data reduction software for LA-ICP-MS: appendix; In Sylvester, P. J. (ed.), Laser Ablation-ICP-Mass Spectrometry in the Earth Sciences: Principles and Applications, Mineralogical Association of Canada Short Course Series, Ottawa, Ontario, Canada. 2001. Vol. 29. P. 239–243.

### *Сведения об авторах*

**Чистякова Альвина Владимировна**

студентка, МГУ им. М. В. Ломоносова, геологический факультет,  
sinematograf11@yandex.ru

**Веселовский Роман Витальевич**

доктор геолого-минералогических наук, профессор, МГУ им. М. В. Ломоносова,  
геологический факультет, roman.veselovskiy@ya.ru

**Семёнова Дина Валерьевна**

кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, ИГМ СО РАН,  
semenovadina@gmail.com

**Фетисова Анна Михайловна**

кандидат геолого-минералогических наук, доцент, МГУ им. М. В. Ломоносова,  
геологический факультет, anna-fetis@ya.ru

**Chistyakova Alvina Vladimirovna**

Student, Lomonosov Moscow State University, Geological Dept., sinematograf11@yandex.ru

**Veselovskiy Roman Vitalievich**

Doctor of Sciences (Geology & Mineralogy), Professor, Lomonosov Moscow State University,  
Geological Dept., roman.veselovskiy@ya.ru

**Semenova Dina Valerievna**

PhD (Geology & Mineralogy), Researcher, IGM SB RAS, semenovadina@gmail.com

**Fetisova Anna Mikhailovna**

PhD (Geology & Mineralogy), Associate Professor, Lomonosov Moscow State University,  
Geological Dept., anna-fetis@ya.ru

DOI: 10.25702/KSC.2307-5252.2019.6.042

УДК: 551.345 : 551.34 : 551.8

**Р. С. Шухвостов**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

### **СЛЕДЫ КРИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПРИЛАДОЖЬЯ**

**Аннотация**

В двух разрезах Юго-Восточного Приладожья путем непрерывного прослеживания геологических тел, структур и текстур, связанных с реликтами криогенных процессов позднеледникового времени, установлено, что их полнота и выраженность контролируется как локальными криофациальными условиями, так и продолжительностью субаэральных условий при снижении уровня Балтийского ледникового озера.

**Ключевые слова:**

*следы криогенных процессов, посткриогенная текстура, криогенез, палеокриология, поздний плейстоцен.*