

УДК 550.93:551.761:550.93:552.51:551.3(477.75)+621.384.83

**А.М. Никишин¹, Т.В. Романюк², Д.В. Московский³, Н.Б. Кузнецов⁴,
А.А. Колесникова⁵, А.С. Дубенский⁶, В.С. Шешуков⁷, С.М. Ляпунов⁸**

ВЕРХНЕТРИАСОВЫЕ ТОЛЩИ ГОРНОГО КРЫМА: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ U-Pb ДАТИРОВАНИЯ ДЕТРИТОВЫХ ЦИРКОНОВ

*ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские Горы, 1*

ФГБНУ Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, 123242, Москва, Б. Грузинская ул., 10, стр. 1

ФГБНУ Геологический институт РАН, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7

*ФГАО ВО Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 65*

Lomonosov Moscow State University, 119991, GSP-1, Leninskiye Gory, 1

Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, 123242, Moscow, Bolshaya Gruzinskaya str., 10-1

Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, 119017, Moscow, Pyzhevsky lane, 7

National University of Oil and Gas (Gubkin University), 119991, Moscow, Leninsky Prospekt, 65

Представлены первые результаты U-Pb-изотопного датирования детритовых цирконов (dZr) из двух проб, характеризующих таврическую и эскиординскую серии киммерийского структурного комплекса Горного Крыма. Сильное сходство наборов значений возраста dZr из нижнетааврической свиты таврической серии и салгирской толщи эскиординской серии подтверждает фациальный характер первичных взаимоотношений этих серий. Изученные верхнетриасовые песчаники имели единую питающую провинцию и формировались, скорее всего, в разных частях одного осадочного бассейна. Наиболее вероятно, что этот осадочный бассейн был частью континентальной окраины Балтики. Присутствие в пробах значительного числа dZr с очень древними значениями возраста >3,0 млрд лет (в том числе 3 зерна древнейших dZr с возрастом ~3,9 млрд лет) делает кристаллические комплексы, представленные в современной структуре Украинского щита, очень вероятными первичными источниками этих цирконов. Кристаллические комплексы с таким древним возрастом чрезвычайно редки в мире, однако широко представлены в Подольском и Приазовском блоках Украинского щита.

Ключевые слова: Горный Крым, поздний триас, нижнетааврическая свита таврической серии, салгирская толща эскиординской серии, детритовые цирконы, U-Pb датирование.

The first results of U-Pb dating of detrital zircons (dZr) from two samples characterizing the Taurica and Eski-Orda Groups of the Cimmerian structural complex of the Mountainous Crimea are presented. The strong similarity of the sets of ages of dZr from the Lower Taurica Formation of the Taurica Group and the Salgir strata of the Eski-Orda Group confirms the facial character of the primary relationships of these Groups. The studied Upper Triassic sandstones had a common feeding province and were formed, most likely, in different parts of the same sedimentary basin. It is most likely that this sedimentary basin was part of a continental margin of Baltica. The presence in samples of a significant number of dZr with very ancient ages >3.0 Ga (including 3 the oldest dZr grains with ages of ~3.9 Ga) makes the crystalline complexes represented in the present-day structure of the Ukrainian Shield as the very possible primary sources of these zircons. Crystalline complexes with such ancient ages are extremely rare over the world, but are widely represented in the Podolian and Cis-Azov blocks of the Ukrainian shield.

Key words: Mountainous Crimea, Late Triassic, Lower Taurica Formation of the Taurica Group, Salgir stratum of the Eski-Orda Group, detrital zircons, U-Pb dating.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, зав. кафедрой, докт. геол.-минер. н.; *e-mail*: amnikishin@gmail.com

² ФГБНУ Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, лаборатория фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики, гл. науч. с., докт. физ.-мат. н.; *e-mail*: t.romanyuk@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, студент; ФГБНУ Геологический институт РАН, лаборатория тектоники консолидированной коры, и.о. мл. науч. с.; *e-mail*: decdench.k@gmail.com

⁴ ФГБНУ Геологический институт РАН, лаборатория тектоники консолидированной коры, зав. лабораторией, докт. геол.-минер. н.; ФГАОУ ВО Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, кафедра теоретических основ поисков и разведки нефти и газа, профессор; *e-mail*: kouznikbor@mail.ru

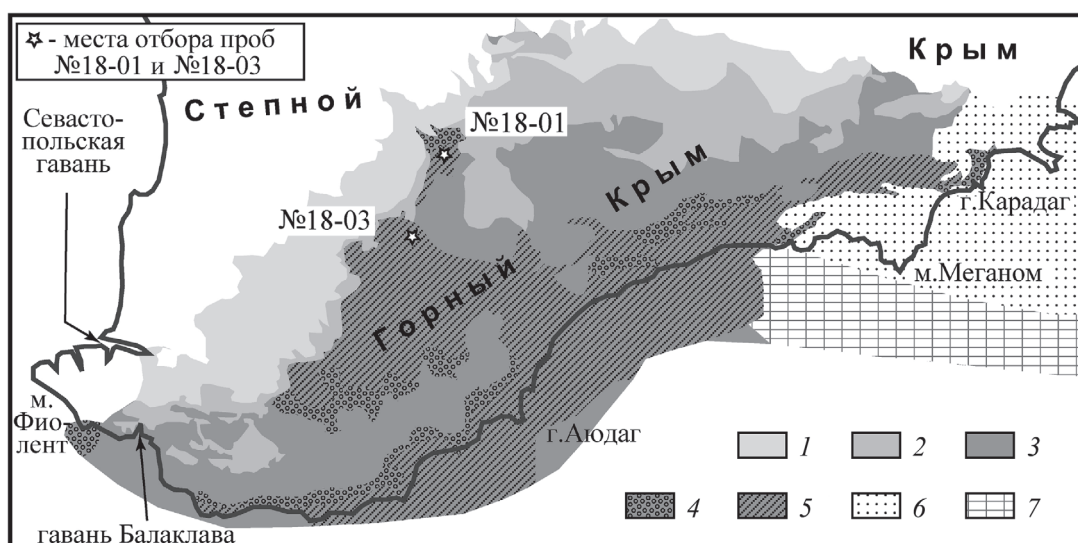
⁵ ФГБНУ Геологический институт РАН, лаборатория геохимии изотопов и геохронологии, мл. науч. с.; *e-mail*: kolataginras@gmail.com

⁶ ФГБНУ Геологический институт РАН, лаборатория химико-аналитических исследований, науч. с.; *e-mail*: alexchem@gmail.com

⁷ ФГБНУ Геологический институт РАН, лаборатория химико-аналитических исследований, ст. научн. с., канд. геол.-минер. н.; *e-mail*: drvssh@yandex.ru

⁸ ФГБНУ Геологический институт РАН, лаборатория химико-аналитических исследований, зав. лабораторией, канд. геол.-минер. н.; *e-mail*: lyapunov.48@mail.ru

Рис. 1. Геологическая схема Горного Крыма, по [Nikishin et al., 2015] с упрощениями и положением мест отбора проб: 1 — отложения шельфа (верхний мел—эоцен), 2 — отложения шельфа и континентального склона (нижний мел), 3 — отложения шельфа (келловей—берриас), 4 — среднеюрские комплексы (вулканогенно-осадочные отложения, моласса, шельфовые отложения), 5 — таврическая и эскиординская серии (верхний триас—нижняя юра), 6 — троговые и шельфовые отложения (келловей—неоген), 7 — деформированные шельфовые осадочные отложения (келловей—эоцен)



Введение. В последнее десятилетие в практику геологических исследований стали активно внедрять метод массового U-Pb изотопного датирования детритовых цирконов из осадочных толщ. Такие исследования позволяют получить новую надежную информацию о U-Pb возрасте первичных источников цирконов, которыми служат кристаллические комплексы различного происхождения (магматического, метаморфического, гидротермального и др.). Знание возраста детритовых цирконов из осадочной толщи в комплексе с другой информацией дает возможность определять источники сноса вещества для изученной толщи. Сопоставление наборов значений возраста детритовых цирконов из разных толщ позволяет проследить эволюцию питающих провинций и существенно дополняет палеогеографические реконструкции. Возраст группы самых молодых зерен циркона с хорошей аналитической погрешностью и приемлемой дискордантностью иногда удается использовать для ограничения максимального возраста осадочной толщи, из которой была отобрана изученная проба, что особенно важно, если толща фаунистически «немая».

К настоящему времени некоторые стратиграфические образования п-ова Крым уже охарактеризованы такими исследованиями. Так, в работе [Nikishin et al., 2015] представлены суммарные результаты U-Pb датирования детритовых цирконов из набора проб песчаников с Южного берега Крыма, попадающих в стратиграфический интервал от средней юры до неогена. В работах [Никишин и др., 2016; Рудько и др., 2018, 2019; Kuznetsov et al., 2019] приведены результаты изучения детритовых цирконов из юрских толщ. Однако верхнетриасовые—нижнеюрские флишевые толщи Крыма до сих пор не охарактеризованы исследованиями детритовых цирконов. В статье представлены результаты первых таких исследований цирконов

из двух проб, характеризующих таврическую и эскиординскую серии.

Общие сведения о геологическом строении Крымского п-ова. В геологическом строении п-ова Крым выделены два основных структурных элемента — складчатая область Горного Крыма и Степной Крым (рис. 1).

Степной Крым представляет собой часть Скифской плиты — эпигерцинской структуры с платформенным стилем строения, фундамент которой сложен докембрийскими и палеозойскими комплексами, неравномерно метаморфизованными и деформированными. Горный Крым — часть современного Альпийско-Средиземноморского (Альпийско-Гималайского) коллизийного покровно-складчатого пояса. В Горном Крыму выделены киммерийский (киммериды) и альпийский (альпиды) структурные комплексы. Киммерийский структурный комплекс образован неравномерно дислоцированными образованиями, охватывающими стратиграфический интервал от верхнего триаса до начала келловей.

Граница между Степным Крымом и складчатой областью Горного Крыма проходит по Лозовской зоне смятия субширотного простирания, которая вскрыта бурением из-под мел-неогеновых толщ чехольного типа в окрестностях г. Симферополь [Юдин, 2011].

Верхнетриасово-нижнеюрские толщи киммерид Горного Крыма (общие сведения). Верхнетриасово-нижнеюрские толщи нижнего подкомплекса киммерийского структурного комплекса Горного Крыма сложены преимущественно терригенными обломочными и глинистыми породами. Это самые древние стратифицированные образования Горного Крыма, а их подошвы нигде не вскрыты. На основании различий, выявленных в литологических характеристиках отложений этого возраста, выделяются два их типа. Каждый из них выделен

в ранге разновозрастных или близко разновозрастных серий — таврической и эскиординской серий. Поля распространения пород таврической серии выделяются как Горно-Крымская структурно-фациальная зона, а поле распространения пород эскиординской серии — как Лозовская структурно-фациальная зона. Граница между зонами проводится по Бодракскому разлому [Болотов и др., 2004].

Таврическая серия. Таврическая серия представляет собой мощный слоистый комплекс флишевых отложений с очень четко проявленной ритмичностью. Таврическая серия довольно сильно дислоцирована. Сколь-нибудь протяженные и продолжительные разрезы серии фактически неизвестны. Находки ископаемой фауны в породах серии немногочисленны, что весьма существенно осложняет корреляцию разрозненных и тектонически обособленных (ограниченных) фрагментов разреза серии. Тем не менее, фаунистические находки, в том числе находки руководящей фауны, позволили составить сводный разрез таврической серии и показать, что в нем представлены образования карнийского, норийского, рэтского, синемюрского, плинсбахского и тоарского ярусов [Панов и др., 2011; Тевелев и др., 2012]. В объеме таврической серии выделяют нижнетаврическую и верхнетаврическую свиты [Панов и др., 2011], а также ченкскую толщу (иногда ее выделяют в ранге свиты), которую помещают в сводном разрезе серии между верхне- и нижнетаврической свитами [Панов и др., 2004, 2011; Стафеев и др., 2014]. Далее верхнетаврическая свита и ченкская толща не рассматриваются.

Нижнетаврическая свита развита в бассейнах рек Бодрак, Альма и Салгир. Разрез свиты характеризуется четко выраженным ритмичным строением флишевого типа. По находкам фауны возраст свиты считается норийско-рэтским. Ритмичное флишевое строение разрезов свиты и частое выпадение из разрезов отдельных ритмов и/или их нижних элементов, а также некоторые другие признаки, приведенные в работе [Панов и др., 2011], свидетельствуют о том, что нижнетаврическая свита — отложения дистального флиша. Они накапливались, очевидно, в глубоком бассейне, на значительном удалении от его борта и сопряженных с ним источников обломочного материала.

Эскиординская серия. Эскиординская серия сложена чередующимися песчаниками, алевроаргиллитами и аргиллитами. Местами для некоторых фрагментов разреза серии характерны элементы хаотического строения. Это выражается в присутствии в разрезах горизонтов дикого флиша, олистостромовых горизонтов, разноразмерных олистоплак и пластовых отторженцев, сложенных породами разного возраста и состава, представляющих собой, по-видимому, конседи-

ментационные покровы или отдельные экзотические (эратические) глыбы. Все это указывает на то, что эскиординская серия сформирована в обстановках, характерных для приближенных к источнику материала верхних частей борта бассейна (континентального склона и шельфа). По склону бассейна перемещались как турбидитовые потоки, которые переносили обломочный материал в глубоководную часть флишевого бассейна, так и сползали оползневые тела разного размера.

Поля распространения пород эскиординской серии пространственно совпадают с Лозовской зоной смятия, что обуславливает весьма сложное их строение и отсутствие протяженных ненарушенных разрезов серии. В целом породы эскиординской серии бедны находками палеонтологических остатков. В литературе описаны лишь единичные находки руководящей фауны, характерной для норийского, синемюрско-плинсбахского и тоарского ярусов. Кроме того, в породах серии выявлены палинологические остатки, характерные для разных интервалов ладинско(?)–нижнебайосского стратиграфического диапазона [Ипполитов и др., 2015]. В целом эскиординская серия считается возрастным аналогом таврической серии. Сводная стратиграфическая последовательность серии восстановлена по ее отдельным тектонически обособленным фрагментам и расчленена на четыре основных подразделения: курцовская (ладин–норий), салгирская (рэт–синемюр), мендерская или саблынская (плинсбах–нижний тоар) и джидаирская или лозовская (верхний тоар–нижний байос) толщи (свиты), между которыми стратиграфические соотношения не всегда достоверно установлены. Обычно контакты между толщами, включаемыми в эскиординскую серию, либо тектонические, либо не обнажены. Этим не в последнюю очередь объясняется тот факт, что термин «серия» применим к рассматриваемым образованиям условно. Далее описана только салгирская толща.

Салгирская толща представляет собой флишеидные отложения терригенного состава. Для пород салгирской толщи характерно наличие в ритмах крупных слоев песчаников и тонких алевролитовых и аргиллитовых прослоев. Ритмичность в этой толще выдерживается не всегда. В породах салгирской толщи были найдены *Monotis* sp., соответствующие норийскому возрасту [Болотов, Донт, 1999], другая фауна, соответствующая норий–рэтскому интервалу, а также полинокомплексы, характерные для рэта–нижнего синемюра [Стафеев и др., 2015].

Материалы и методы исследования. Характеристика мест отбора проб на детритовые цирконы. Пробы для выделения детритовых цирконов (dZr), результаты U–Pb изотопного датирования которых представлены в статье, отобраны летом 2018 г.

Проба № 18–01 отобрана из песчаников, слагающих нижний элемент одного из флишевых

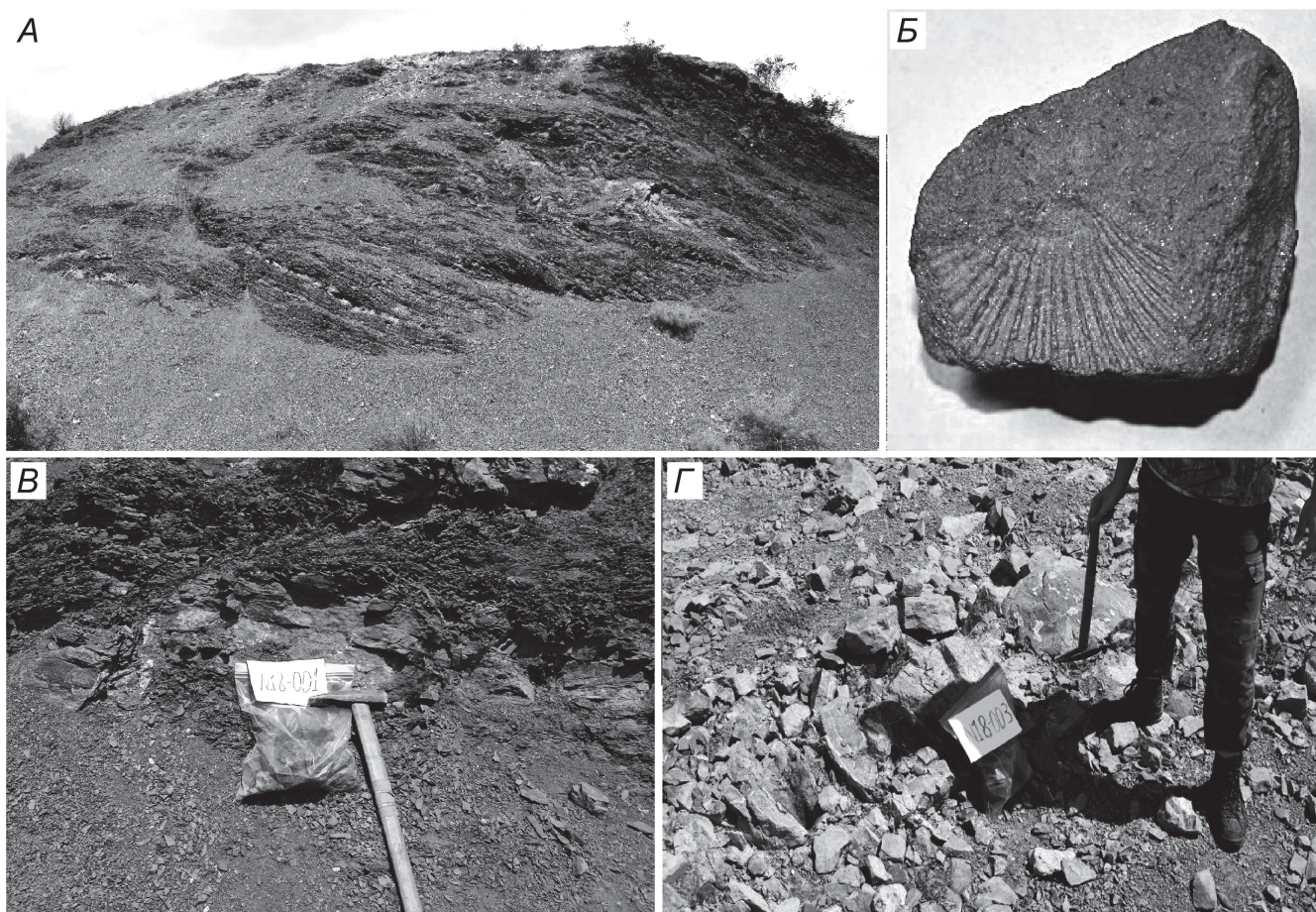


Рис. 2. Фото объектов исследования: А — общий вид обнажения в карьере Школьный; Б — место отбора пробы N18-001; В — отпечаток раковины *Monotis* sp. в породах салгирской толщи, на 400 м ниже по течению р. Бодрак от места отбора пробы N18-003; Г — место отбора пробы N18-003

ритмов (в точке с координатами 44°49'43" с. ш., 34°4'33.5" в. д.) в разрезе нижнетааврической свиты таврической серии, вскрытом в северном борту карьера Школьный (рис. 2, А, Б). В этом разрезе известны обильные находки отпечатков, реже слепков и ядер двустворчатых моллюсков *Monotis* sp., что позволяет относить представленный здесь фрагмент разреза к норийскому ярусу верхнего триаса.

Проба № 18-03 отобрана из песчаников, обнаженных в русле р. Бодрак (в точке с координатами 44°46'58.32" с. ш., 33°59'44.96" в. д.), в 150 м на восток-северо-восток от моста через р. Бодрак на южной окраине с. Трудолюбовка (рис. 2, В). Песчаники участвуют в сложении верхнетриасового фрагмента разреза, принадлежащего салгирской толще эскиординской серии. Отнесение опробованного фрагмента разреза к верхнему триасу подтверждаются находкой отпечатка *Monotis* sp., сделанной в 2016 г. студентами РГУ НиГ имени И.М. Губкина А.Ю. Ковалевым и А.А. Захаренковой на левом борту долины р. Бодрак, в точке с координатами 44°47'02" с. ш., 33°59'33" в. д., расположенной всего лишь в 400 м ниже по течению р. Бодрак от места отбора пробы № 18-003 (неопубликованные данные Н.Б. Кузнецова, рис. 2, Г).

Методы исследования. U-Pb изотопное датирование цирконов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с лазерной абляцией (LA-ISP-MS) выполнено в лаборатории химико-аналитических исследований ГИН РАН. Для лазерного отбора пробы использована система лазерной абляции NWR-213 («Electro Scientific Ind.»), совмещенная с магнитосекторным ИСП масс-спектрометром высокого разрешения «Element2» («Thermo Scientific Inc.»). Непосредственно перед измерением шашки с цирконами промывали в ультразвуковой ванне в 5%-ном растворе HNO₃, затем споласкивали в дистиллированной воде и сушили на воздухе. Перенос испаренного лазером вещества осуществлялся потоком гелия с последующим подмешиванием к нему газифицированного аргона. Для снижения уровня газового фона и повышения стабильности аналитического сигнала применялась тонкая фильтрация и перемешивание газовых потоков. При проведении изотопного анализа были использованы следующие операционные параметры.

Масс-спектрометр: измеряемые массы — 206, 207, 208, 232 и 238; время сканирования пика (sampling time) — 3, 4, 2, 2, 2 мс соответственно; доля ширины массового пика (mass window) — 8%;

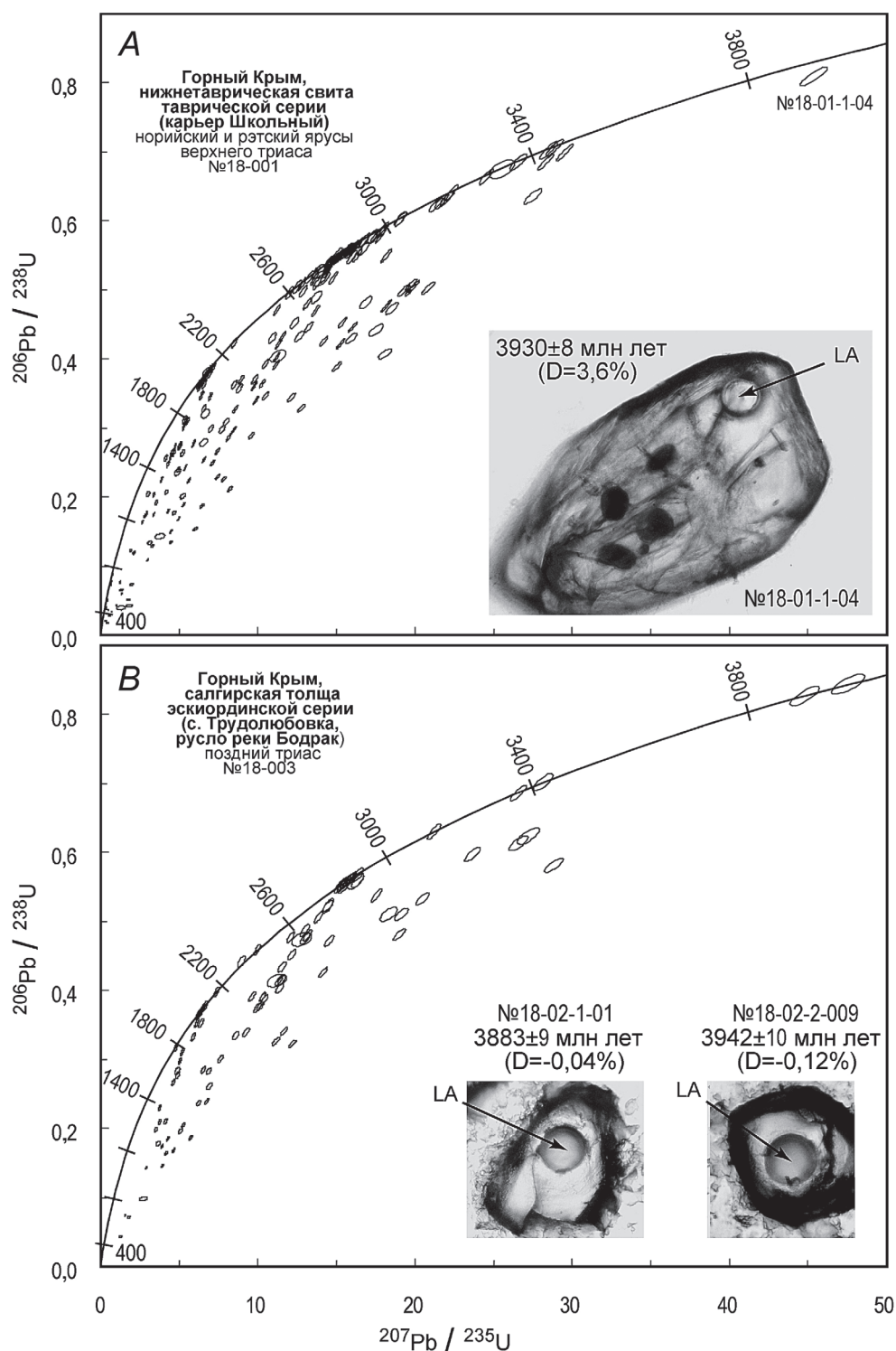


Рис. 3. Диаграммы с конкордией результатов изучения U-Pb изотопной системы детритовых цирконов из проб № 18-001 (А) и № 18-003 (В). Эллипсы показывают 68%-ный доверительный интервал измерений для всех анализов. На врезках показаны оптические изображения цирконов с наиболее древними значениями возраста, LA — положения кратеров абляции (диаметр 25 мкм)

число сканирований в массовом пике (samples per peak) — 50; число сканов 800; время измерения фонового сигнала 15 с; время абляции 30 с; мощность RF-генератора 1100 Вт; расход подмешиваемого газа (Ar) 0,910 л/мин.

Лазер: диаметр пятна 25 мкм; частота 5 Гц; плотность излучения 6–8 Дж/см²; расход газаносителя (He) — 0,900 л/мин. Настройка масс-спектрометра состояла в достижении максимальной чувствительности измерения (по сигналу U⁺) и минимального уровня оксидов (по отношению UO⁺/U⁺) путем варьирования некоторых опе-

рационных параметров (скорость потоков газа, мощность генератора, положение горелки масс-спектрометра и т.д.).

Калибровка проводилась по внешнему стандарту с использованием циркона GJ-1 с аттестованным по изотопному отношению ²⁰⁶Pb/²³⁸U возрастом 601,9±0,4 млн лет [Horstwood et al., 2016]. Стандарт предоставлен Национальным центром геохимической эволюции и металлогении континентов GEMOC Университета Маккуори (Сидней, Австралия). Качество анализа оценивалось путем одновременного измерения неизвестных образ-

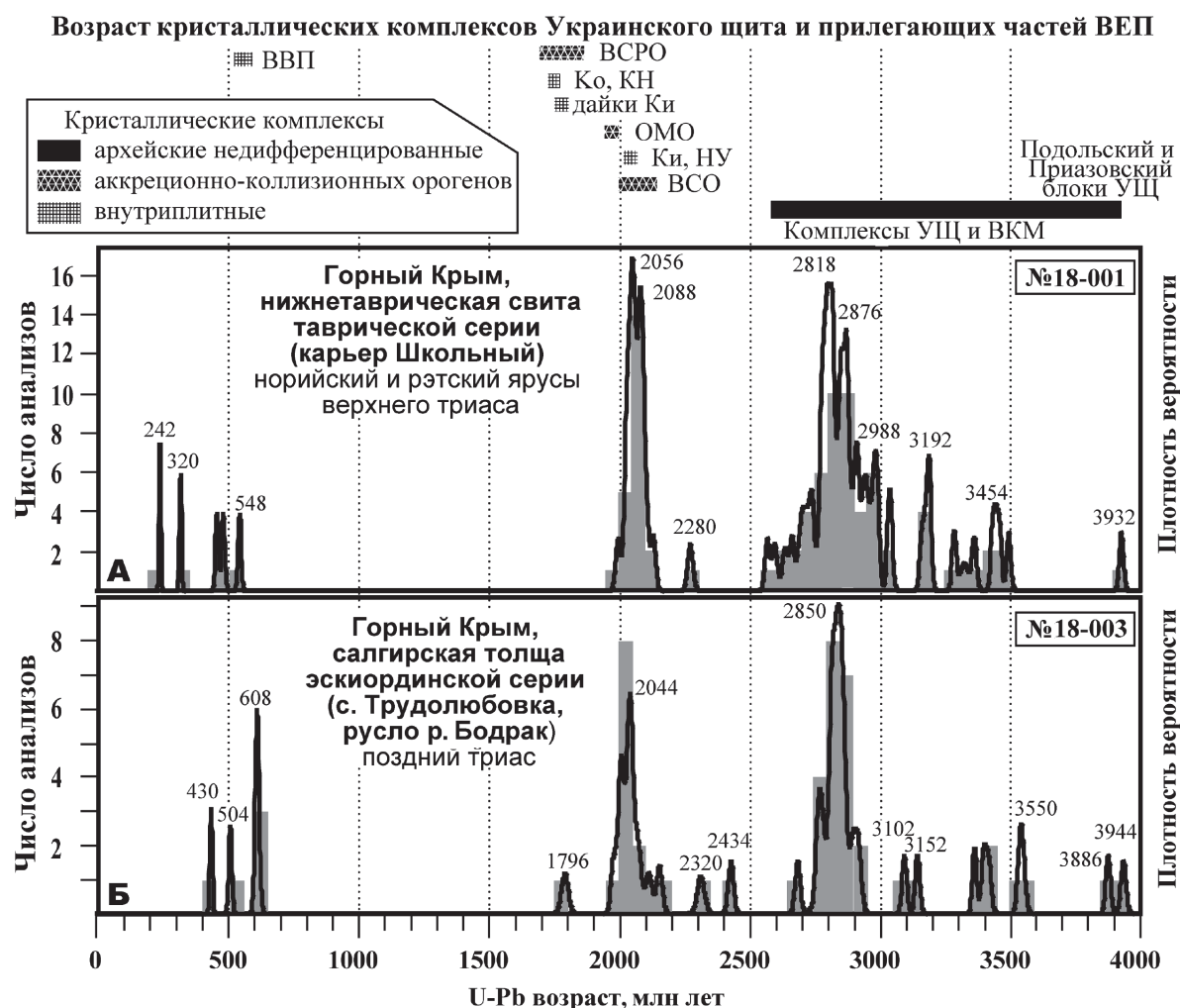


Рис. 4. Гистограммы и КПВ значений возраста dZr из проб № 18-01 (А) и № 18-03 (Б). В верхней части рисунка показана сводка известных значений возраста кристаллических комплексов фундамента юго-западной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП): УЩ — Украинский щит, ВКМ — Воронежский кристаллический массив, ВСО — Волго-Сарматский ороген (также фигурирует в литературе как Восточно-Сарматский или Волго-Донской ороген) [Бибикина и др., 2009; Terentiev et al., 2018]), ВВП — Волынская вулканическая провинция [Shumlyansky et al., 2016], ОМО — аккреционный ороген Осниц-Микашевичи (2,0–1,95 млрд лет) [Шумлянский, Богданова, 2009], ВСРО — Волынь-Средне-Русский ороген (1,8–1,75 млрд лет) [Bogdanova et al., 2008]. Плутоны: Ки — Кировоградский (2,06–2,03 млрд лет), НУ — Ново-Украинский (2,04–2,03 млрд лет), КН — Корсунь-Новомиргородский (1,76–1,74 млрд лет), Ко — Коростеньский (1,74–1,8 млрд лет) [Shumlyansky et al., 2015a, 2017]. Дайки в Кировоградском массиве (1,81–1,77 млрд лет) по [Elming et al., 2010]

цов и контрольных стандартов циркона 91500 и Plesovice с аттестованными по изотопному отношению $^{206}Pb/^{238}U$ значениями возраста $1063,5 \pm 0,4$ и $337,2 \pm 0,1$ млн лет соответственно [Horstwood et al., 2016]. Для этих контрольных стандартов в ходе измерений получены средневзвешенные конкордантные оценки возраста (2σ) 1069 ± 6 и 339 ± 3 млн лет соответственно, что согласуется с приведенными выше аттестованными значениями, полученными методом CA-ID-TIMS [Horstwood et al., 2016].

Методические приемы и константы, используемые для обработки первичных аналитических данных, приведены в работе [Романюк и др., 2018]. Обработка выполнена с помощью коммерческой программы GLITTER [Griffin et al., 2008], приобретенной ГИН РАН, и программы [Ludwig, 2012], размещенной в свободном доступе.

Результаты исследований и их обсуждение.
Результаты изучения детритовых цирконов из

таврической и эскиординской серий. Первичные аналитические данные. В пробе № 18-01 изучение U-Pb изотопной системы выполнено для 204 зерен dZr (табл. 1, рис. 3, А). Для 117 зерен dZr анализы характеризуются сильной дискордантностью ($D > |10\%|$). Они исключены из дальнейшего рассмотрения. Остальные 87 датировок использованы для построения гистограммы и кривой плотности вероятности (КПВ) (рис. 5, А). Максимальный полученный возраст 3930 ± 8 ($D = 3,6\%$), минимальный — 241 ± 3 ($D = 3,3\%$) млн лет.

В пробе № 18-03 изучено 100 зерен dZr (табл. 2, рис. 3, Б), для 61 из них получены сильно дискордантные значения ($|D| > 10\%$), остальные 39 датировок использованы для построения гистограммы и КПВ (рис. 5, Б). Максимальный полученный возраст 3942 ± 10 ($D = -0,07\%$), минимальный — 430 ± 5 млн лет ($D = 4,0\%$).

Таблица 1

Результаты U-Pb изотопного (LA-ICP-MS) датирования детритовых цирконов из нижнетааврической свиты таврической серии (проба № 18-01), Горный Крым

№п/п	Номер анализа в пробе № 18-01	Измеренные отношения					Возраст, млн лет						D, %
		²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	RHO	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	
1	1-01A	6,20341	0,07651	0,35989	0,00403	0,91	1982	19	2005	11	2029	9	2,7
2	1-01B	14,10322	0,17121	0,42618	0,00475	0,92	2288	21	2757	12	3120	8	31,6
3	1-01C	10,21447	0,12477	0,36519	0,00407	0,91	2007	19	2454	11	2850	8	34,3
4	1-02	6,6299	0,08374	0,37718	0,00424	0,89	2063	20	2063	11	2064	9	0,05
5	1-03A	24,46086	0,3028	0,66453	0,00742	0,90	3285	29	3287	12	3288	8	0,15
6	1-03B	21,93548	0,2755	0,6331	0,0071	0,89	3162	28	3181	12	3193	8	1,3
7	1-04	45,30156	0,5746	0,8099	0,0092	0,89	3825	33	3894	13	3930	8	3,6
8	1-06	15,13032	0,19936	0,55005	0,00628	0,86	2825	26	2823	13	2822	9	-0,13
9	1-07	7,05619	0,09009	0,2503	0,0028	0,87	1440	14	2119	11	2862	9	55,2
10	1-09	6,50807	0,0901	0,3638	0,0042	0,83	2000	20	2047	12	2095	10	5,3
11	1-11	8,84683	0,10657	0,30877	0,00345	0,69	1683	17	2191	15	2707	14	42,8
12	1-12	8,56045	0,10397	0,36444	0,00408	0,81	1997	19	2277	12	2539	9	24,8
13	1-14	15,20725	0,1883	0,55062	0,00622	0,91	2828	26	2828	12	2829	9	0,06
14	1-15	16,72576	0,21352	0,57291	0,00656	0,90	2920	27	2919	12	2919	9	-0,02
15	1-16	6,56143	0,0827	0,3752	0,0043	0,90	2054	20	2054	11	2055	9	0,05
16	1-17	16,65238	0,2141	0,5716	0,0066	0,89	2914	27	2915	12	2916	9	0,07
17	1-18	12,2642	0,15494	0,34672	0,00393	0,83	1911	19	2610	13	3208	9	46,5
18	1-20A	21,24573	0,27686	0,62421	0,00717	0,88	3127	28	3150	13	3165	9	1,5
19	1-20B	21,61141	0,29189	0,62892	0,00736	0,87	3145	29	3166	13	3180	9	1,4
20	1-20C	4,89218	0,06407	0,15	0,00171	0,43	811	10	1422	23	2511	35	71,9
21	1-21	16,7984	0,21846	0,56107	0,00655	0,83	2866	27	2916	13	2950	9	3,5
22	1-23A	19,67557	0,24583	0,50739	0,00579	0,91	2645	25	3076	12	3370	8	26,1
23	1-23B	7,41563	0,09306	0,23038	0,00263	0,90	1334	13	2157	11	3068	8	62,3
24	1-24	4,20347	0,05316	0,18009	0,00205	0,90	1067	11	1675	10	2551	9	62,9
25	1-25	15,44902	0,20423	0,55435	0,00644	0,88	2843	27	2843	13	2844	9	0,02
26	1-26	6,82638	0,09156	0,3826	0,00442	0,86	2088	21	2089	12	2090	10	0,09
27	1-27	7,75375	0,10059	0,22642	0,00259	0,88	1316	14	2203	12	3175	9	64,4
28	1-28A	4,396	0,05835	0,13497	0,00155	0,86	816	9	1712	11	3095	9	78,1
29	1-28B	3,56178	0,04726	0,1324	0,00152	0,67	784	9	1459	14	2652	14	74,6
30	1-29A	27,42597	0,36715	0,63586	0,0073	0,86	3173	29	3399	13	3535	9	13,0
31	1-29B	29,4762	0,35505	0,70003	0,008	0,95	3421	30	3470	12	3498	8	2,9
32	1-30	15,36441	0,18278	0,45363	0,00514	0,92	2409	22	2834	11	3152	8	28,2
33	1-31A	6,48806	0,07927	0,37326	0,00426	0,93	2045	20	2044	11	2044	9	-0,05
34	1-31B	5,2055	0,0633	0,30232	0,00344	0,94	1703	17	1854	10	2027	9	18,2
35	2-01	5,19812	0,06222	0,18945	0,00215	0,95	1118	12	1852	10	2818	8	65,5
36	2-02	18,11193	0,21897	0,55005	0,00629	0,95	2825	26	2996	12	3112	8	11,4
37	2-03	14,44939	0,17593	0,53331	0,0061	0,94	2755	26	2780	12	2797	8	1,9
38	2-04	6,15898	0,07582	0,36342	0,00415	0,93	1998	20	1999	11	1999	9	0,04
39	2-05	4,65126	0,05628	0,27386	0,00311	0,94	1560	16	1759	10	2003	9	24,9
40	2-06	7,10822	0,08795	0,38854	0,00445	0,93	2116	21	2125	11	2134	9	1
41	2-07A	19,82864	0,23861	0,50527	0,00575	0,95	2636	25	3083	12	3389	8	27,0
42	2-07B	6,22316	0,07481	0,1567	0,00178	0,76	925	11	1968	14	3360	10	77,5
43	2-08	15,11302	0,18258	0,39066	0,00446	0,90	2118	21	2811	12	3353	8	43,0
44	2-09	16,03012	0,19446	0,56283	0,00643	0,94	2878	27	2879	12	2879	8	0,03
45	2-10	1,51629	0,01833	0,08021	0,00091	0,66	480	5	788	10	1803	18	76,1
46	2-11	28,23101	0,33915	0,68568	0,0078	0,95	3366	30	3427	12	3463	8	3,6
47	2-12	6,98369	0,08669	0,38743	0,00444	0,92	2111	21	2109	11	2108	9	-0,16
48	2-13A	16,24896	0,20239	0,55051	0,00636	0,93	2827	26	2892	12	2937	8	4,6
49	2-13B	1,40202	0,01704	0,0415	0,00047	0,30	219	3	484	18	2068	65	90,8
50	2-14	3,80797	0,04739	0,22602	0,00259	0,92	1314	14	1594	10	1989	9	37,5

Продолжение табл. 1

№п/п	Номер анализа в пробе № 18-01	Измеренные отношения					Возраст, млн лет						D, %
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ	RHO	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 σ	
51	2-15	5,02736	0,06037	0,27468	0,00315	0,79	1562	16	1812	13	2114	10	29,4
52	2-16	6,84592	0,08353	0,38413	0,00442	0,94	2096	21	2092	11	2088	9	-0,41
53	2-17	5,76896	0,06984	0,31647	0,00364	0,58	1752	19	1866	18	1995	20	13,9
54	2-18	17,74329	0,21513	0,579	0,00669	0,95	2945	27	2976	12	2997	8	2,2
55	2-19	2,62396	0,03178	0,1247	0,00143	0,51	729	9	1132	17	2016	26	67,4
56	2-20A	4,88561	0,05832	0,16897	0,00194	0,96	1006	11	1800	10	2903	8	70,3
57	2-20B	4,39188	0,05299	0,15066	0,00173	0,95	905	10	1711	10	2917	8	73,7
58	2-21	0,29255	0,00451	0,04078	0,00048	0,77	258	3	261	4	287	15	10,3
59	2-23	1,25343	0,01523	0,0369	0,00043	0,96	234	3	825	7	3162	8	94,2
60	2-24	4,37525	0,05282	0,25852	0,00297	0,95	1482	15	1708	10	1997	9	28,8
61	2-26	0,71374	0,01092	0,08857	0,00103	0,76	547	6	547	6	547	15	-0,06
62	2-27	3,29241	0,03881	0,175	0,00199	0,96	1040	11	1479	9	2183	9	56,6
63	2-28	2,72954	0,03214	0,06061	0,00069	0,49	324	5	1003	19	3101	30	91,6
64	2-29	6,41917	0,0775	0,37126	0,00424	0,95	2035	20	2035	11	2035	9	-0,03
65	2-30	9,14178	0,10684	0,3728	0,00423	0,88	2031	20	2324	12	2592	8	25,2
66	2-31	14,99303	0,18926	0,54722	0,00641	0,93	2814	27	2815	12	2816	9	0,1
67	2-32	18,11028	0,21319	0,47753	0,00544	0,97	2516	24	2996	11	3335	8	29,5
68	2-33	14,40149	0,17567	0,53804	0,00621	0,95	2775	26	2777	12	2778	9	0,12
69	2-34	6,48944	0,07587	0,25437	0,00288	0,97	1461	15	2044	10	2699	8	51,1
70	2-36	5,31242	0,06351	0,24321	0,0028	0,96	1403	15	1871	10	2439	9	47,1
71	2-38	0,5748	0,01225	0,07404	0,00093	0,60	460	6	461	8	465	25	0,9
72	2-39	14,51705	0,17808	0,53931	0,00628	0,95	2781	26	2784	12	2787	9	0,3
73	2-40A	12,43251	0,19226	0,50495	0,0065	0,83	2635	28	2638	15	2640	11	0,2
74	2-40B	11,93176	0,16755	0,49638	0,00609	0,87	2598	26	2599	13	2600	10	0,08
75	2-42	17,89769	0,2164	0,5885	0,00682	0,96	2983	28	2984	12	2985	8	0,08
76	2-44	5,23541	0,06213	0,07298	0,00084	0,36	270	7	1026	48	3453	77	94,0
77	2-45	15,96653	0,18949	0,4466	0,00513	0,97	2380	23	2875	11	3243	8	31,7
78	2-47	17,41897	0,2174	0,57816	0,0068	0,94	2941	28	2958	12	2970	8	1,2
79	2-48	14,709	0,18101	0,51751	0,00596	0,94	2689	25	2797	12	2876	8	7,8
80	2-49	11,48661	0,13695	0,43287	0,00492	0,95	2319	22	2563	11	2763	8	19,1
81	2-51	1,43713	0,01735	0,0618	0,0007	0,68	376	4	820	10	2346	15	86,3
82	2-53	16,32418	0,19649	0,56691	0,00647	0,95	2895	27	2896	12	2897	8	0,08
83	2-55	15,83791	0,23831	0,55729	0,0071	0,85	2855	29	2867	14	2875	10	0,9
84	2-56	4,60257	0,055	0,26598	0,00302	0,77	1515	15	1728	12	1996	11	27,0
85	2-57	4,97689	0,06013	0,27551	0,00314	0,94	1569	16	1815	10	2112	9	28,9
86	2-58	8,38048	0,10008	0,29724	0,00338	0,95	1678	17	2273	11	2862	8	46,8
87	2-60	11,13961	0,13645	0,47131	0,0054	0,94	2489	24	2535	11	2572	9	3,9
88	2-61	15,1187	0,18686	0,54899	0,00633	0,93	2821	26	2823	12	2824	8	0,2
89	2-62	13,5448	0,16448	0,51708	0,00593	0,94	2687	25	2718	11	2742	8	2,5
90	2-63	5,06642	0,06113	0,24191	0,00276	0,80	1388	14	1797	12	2311	10	44,3
91	2-64	13,61155	0,166	0,4705	0,0054	0,94	2486	24	2723	12	2904	8	17,3
92	2-65	19,63256	0,23539	0,49992	0,00571	0,95	2613	25	3073	12	3390	8	27,8
93	2-66	15,20196	0,18164	0,42256	0,00482	0,95	2272	22	2828	11	3252	8	35,6
94	2-67	9,96384	0,11939	0,29364	0,00335	0,85	1640	16	2388	12	3107	9	53,2
95	2-68	11,31393	0,13539	0,43517	0,00496	0,77	2311	23	2511	14	2676	10	16,2
96	2-69	5,84994	0,07081	0,27812	0,00318	0,94	1582	16	1954	10	2375	9	37,6
97	2-70	2,57989	0,03129	0,16407	0,00187	0,94	979	10	1295	9	1865	9	51,1
98	2-71	9,81319	0,11806	0,34098	0,0039	0,95	1891	19	2417	11	2896	8	39,9
99	2-72A	15,56529	0,19548	0,55608	0,00654	0,94	2850	27	2850	12	2851	9	0,02
100	2-72B	12,74572	0,16258	0,5092	0,00602	0,93	2653	26	2661	12	2667	9	0,7
101	2-73	1,52473	0,01891	0,04916	0,00057	0,44	276	4	651	14	2336	34	90,0
102	2-74	2,90996	0,03567	0,1092	0,00127	0,95	668	7	1385	9	2770	8	79,7

Продолжение табл. 1

№п/п	Номер анализа в пробе № 18-01	Измеренные отношения					Возраст, млн лет						D, %
		²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	RHO	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	
103	2-75	5,5149	0,0678	0,2239	0,0026	0,95	1303	14	1903	11	2640	9	55,8
104	2-76	14,35176	0,18829	0,52754	0,00632	0,91	2731	27	2773	12	2804	9	3,2
105	2-77	11,0793	0,1356	0,3918	0,0046	0,96	2131	21	2530	11	2867	8	30,1
106	2-78A	11,24788	0,13792	0,42268	0,00492	0,95	2273	22	2544	11	2768	9	21,2
107	2-78B	13,63934	0,16976	0,52614	0,00616	0,94	2725	26	2725	12	2725	9	0,01
108	2-79	5,81937	0,07179	0,26972	0,00314	0,71	1509	16	1842	14	2242	14	36,6
109	3-01	14,17931	0,18628	0,52018	0,0061	0,89	2700	26	2762	12	2807	9	4,7
110	3-02	1,86814	0,02384	0,03078	0,00036	0,18	113	3	305	41	2279	226	95,9
111	3-04	12,70335	0,16317	0,32938	0,0038	0,90	1835	18	2658	12	3361	8	51,9
112	3-05	5,30458	0,07234	0,31042	0,00364	0,86	1743	18	1870	12	2014	10	15,4
113	3-06	6,9037	0,0913	0,3464	0,0040	0,88	1917	19	2099	12	2282	10	18,5
114	3-07	6,7325	0,0936	0,3798	0,0045	0,84	2075	21	2077	12	2079	10	0,2
115	3-08	0,37012	0,00624	0,05088	0,00061	0,71	320	4	320	5	318	18	−0,5
116	3-09	18,79086	0,25571	0,45405	0,00529	0,74	2362	25	2960	16	3397	12	36,2
117	3-10	4,5830	0,0628	0,2638	0,0031	0,81	1508	15	1742	12	2035	10	29,0
118	3-11	13,70082	0,17757	0,50974	0,00594	0,90	2656	25	2729	12	2784	9	5,7
119	3-13	15,91174	0,20853	0,54795	0,00642	0,89	2817	27	2872	13	2910	9	4,0
120	3-14	20,79164	0,26607	0,50352	0,00582	0,90	2629	25	3129	12	3468	8	29,3
121	3-15	12,80854	0,16731	0,49849	0,00579	0,89	2607	25	2666	12	2710	9	4,6
122	3-16	5,76699	0,12037	0,24504	0,00352	0,53	1370	18	1788	23	2318	27	45,3
123	3-17	15,78649	0,20778	0,55873	0,00648	0,88	2861	27	2864	13	2866	9	0,2
124	3-18A	13,1632	0,1759	0,4465	0,0052	0,87	2380	23	2691	13	2935	9	22,5
125	3-18B	8,14012	0,10906	0,21188	0,00246	0,87	1239	13	2247	12	3355	9	69,0
126	3-19	19,0062	0,2625	0,6037	0,0071	0,85	3045	29	3042	13	3040	9	−0,2
127	3-20	17,2436	0,2444	0,5784	0,0069	0,84	2942	28	2948	14	2953	10	0,5
128	3-21A	15,6146	0,2053	0,5569	0,0066	0,90	2854	27	2854	13	2853	9	−0,02
129	3-21B	13,05545	0,16702	0,48021	0,0056	0,91	2528	24	2684	12	2803	9	11,9
130	3-22	15,6676	0,2413	0,5580	0,0072	0,83	2858	30	2857	15	2856	11	−0,11
131	3-24	5,46071	0,06995	0,31073	0,00362	0,91	1744	18	1894	11	2063	10	17,6
132	3-25	6,7719	0,0869	0,3813	0,0045	0,91	2083	21	2082	11	2082	9	−0,03
133	3-26	6,34521	0,08563	0,3478	0,00411	0,88	1924	20	2025	12	2129	10	11,1
134	3-27	19,2181	0,2494	0,5000	0,0059	0,91	2614	25	3053	13	3356	9	26,8
135	3-28	22,23396	0,28566	0,64124	0,00751	0,91	3194	29	3194	12	3194	8	0,02
136	3-29	2,93303	0,03756	0,17503	0,00204	0,64	1031	12	1340	14	1876	17	48,7
137	3-30	2,4936	0,0320	0,1286	0,0015	0,53	746	9	1054	15	1762	27	61,0
138	3-31	6,4905	0,0934	0,3287	0,0038	0,79	1832	18	2045	13	2266	11	22,0
139	3-32	1,6342	0,02384	0,06938	0,0008	0,46	409	5	795	14	2117	31	83,2
140	3-33	12,26698	0,17889	0,45288	0,0052	0,79	2408	23	2625	14	2797	10	16,6
141	3-34	12,57893	0,18817	0,43345	0,00503	0,78	2321	23	2649	14	2909	10	24,0
142	3-35	8,74978	0,13144	0,35793	0,00414	0,77	1972	20	2312	14	2628	11	28,9
143	3-36	5,4518	0,0826	0,2044	0,0024	0,57	1185	13	1844	18	2699	19	61,2
144	3-37	18,0273	0,27536	0,40773	0,00471	0,76	2205	22	2991	15	3573	10	45,0
145	3-38	6,45818	0,10079	0,36935	0,00429	0,74	2026	20	2040	14	2054	12	1,6
146	3-39	3,4744	0,0551	0,1923	0,0022	0,73	1134	12	1521	13	2112	13	50,4
147	3-40	13,6467	0,2197	0,49019	0,00574	0,73	2571	25	2726	15	2842	12	11,5
148	3-41	6,72606	0,20847	0,38018	0,00565	0,48	2077	26	2076	27	2078	31	0,2
149	3-43	11,19611	0,31898	0,40448	0,0058	0,50	2190	27	2540	27	2834	26	26,8
150	3-44A	13,94543	0,36793	0,51797	0,0073	0,53	2691	31	2746	25	2789	24	4,4
151	3-44B	4,80357	0,1134	0,15325	0,00205	0,32	865	14	1569	43	2710	62	72,5
152	3-45	25,474	0,54293	0,67559	0,00877	0,61	3327	34	3327	21	3327	17	0,05
153	3-46	13,8293	0,2654	0,5274	0,0067	0,66	2730	28	2738	18	2745	15	0,7
154	3-47	4,0596	0,0698	0,2566	0,0032	0,72	1473	16	1646	14	1876	14	24,1
155	3-48	14,51595	0,22524	0,5403	0,00654	0,78	2785	27	2784	15	2784	11	0,0

Окончание табл. 1

№п/п	Номер анализа в пробе № 18-01	Измеренные отношения					Возраст, млн лет						D, %
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	RHO	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	
156	3-49	13,2249	0,1861	0,5192	0,0062	0,84	2696	26	2696	13	2696	10	0,04
157	3-50	19,0148	0,2514	0,6031	0,0071	0,89	3042	29	3043	13	3043	9	0,03
158	3-51	15,0687	0,1980	0,5484	0,0065	0,90	2819	27	2820	13	2820	9	0,08
159	3-52	8,0097	0,1022	0,3337	0,0039	0,49	1796	21	2058	24	2330	28	26,2
160	3-53	6,1548	0,0788	0,0830	0,0010	0,25	254	10	805	87	2970	194	93,1
161	3-54	7,53817	0,09858	0,28848	0,00338	0,53	1587	19	2042	22	2539	24	42,1
162	3-55A	7,35829	0,09651	0,26695	0,00312	0,89	1525	16	2156	12	2826	9	51,5
163	3-55B	8,0639	0,1074	0,2864	0,0034	0,88	1624	17	2238	12	2860	9	48,7
164	3-57	7,1701	0,0951	0,3016	0,0035	0,74	1689	17	2104	14	2537	12	37,9
165	3-58A	17,2541	0,2340	0,4863	0,0057	0,78	2538	25	2924	15	3202	10	25,0
166	3-58B	16,4500	0,2234	0,4356	0,0051	0,80	2309	23	2870	14	3292	10	35,4
167	3-59	6,57911	0,09488	0,37505	0,00446	0,82	2053	21	2057	13	2060	11	0,4
168	3-60A	9,93668	0,13113	0,37253	0,00432	0,83	2033	20	2409	12	2745	9	30,2
169	3-60B	14,9856	0,20027	0,55212	0,00643	0,87	2834	27	2814	13	2800	9	-1,5
170	3-61	0,61635	0,00936	0,07805	0,00092	0,78	484	6	488	6	502	15	3,7
171	3-62A	26,50737	0,35974	0,68528	0,00801	0,86	3365	31	3365	13	3366	9	0,06
172	3-62B	18,74845	0,2562	0,4763	0,00556	0,82	2500	24	3014	14	3377	9	31,2
173	3-63	6,38421	0,08862	0,18797	0,0022	0,84	1110	12	2030	12	3161	9	70,3
174	3-64	3,65401	0,05116	0,21091	0,00246	0,47	1201	13	1393	19	1701	30	32,2
175	3-65	6,87142	0,09806	0,3842	0,00451	0,82	2096	21	2095	13	2094	11	-0,08
176	3-66	2,94718	0,04203	0,08297	0,00097	0,39	458	7	1072	25	2694	42	85,8
177	3-67	0,39144	0,00598	0,03756	0,00044	0,77	238	3	335	4	1084	13	79,5
178	3-68	3,10172	0,03959	0,17937	0,00208	0,81	1052	11	1370	11	1909	11	48,6
179	3-69	1,31443	0,01716	0,06553	0,00076	0,89	409	5	852	8	2293	9	84,7
180	3-70	28,44865	0,36729	0,70326	0,00818	0,90	3433	31	3435	13	3436	8	0,11
181	3-71	15,73524	0,20578	0,55847	0,00651	0,89	2860	27	2861	12	2861	9	0,05
182	3-72A	10,41613	0,1366	0,39334	0,00457	0,89	2138	21	2472	12	2760	9	26,4
183	3-72B	10,40934	0,13821	0,3471	0,00405	0,88	1921	19	2472	12	2962	9	40,5
184	3-73	1,1441	0,0154	0,02896	0,00034	0,13	134	3	212	30	1198	280	89,7
185	3-74	17,86972	0,24242	0,58724	0,00687	0,86	2978	28	2983	13	2986	9	0,3
186	3-75	14,89517	0,20338	0,5459	0,00637	0,85	2808	27	2809	13	2809	10	0,04
187	3-76A	6,75491	0,09325	0,38079	0,00444	0,84	2080	21	2080	12	2080	10	-0,01
188	3-76B	6,56619	0,07954	0,37586	0,00434	0,95	2057	20	2055	11	2053	9	-0,2
189	3-77	0,26862	0,0055	0,03807	0,00047	0,60	241	3	242	4	249	24	3,3
190	3-78A	9,69014	0,11728	0,36139	0,00418	0,96	1989	20	2406	11	2780	9	33,0
191	3-78B	11,10687	0,13485	0,4031	0,00467	0,95	2183	21	2532	11	2825	8	26,7
192	3-79	1,50662	0,01844	0,03776	0,00044	0,22	183	3	390	27	1930	119	91,8
193	3-80	8,15227	0,09783	0,31125	0,00359	0,73	1736	18	2220	15	2702	12	40,6
194	3-81A	4,49316	0,05405	0,25058	0,00289	0,85	1428	15	1673	11	1996	10	31,6
195	3-81B	3,72064	0,04497	0,20769	0,00239	0,78	1197	13	1480	11	1914	12	41,0
196	4-01	4,74492	0,05948	0,21279	0,00246	0,68	1214	13	1656	14	2273	15	51,0
197	4-02	6,51568	0,08702	0,37421	0,0044	0,88	2049	21	2048	12	2047	10	-0,12
198	4-03	8,48883	0,10678	0,3281	0,00379	0,92	1829	18	2285	11	2722	9	37,6
199	4-04	16,02352	0,20523	0,5622	0,00653	0,91	2876	27	2878	12	2880	9	0,2
200	4-05	28,81602	0,36989	0,70644	0,00822	0,91	3445	31	3447	13	3449	8	0,15
201	4-06	8,41852	0,12037	0,42398	0,00509	0,84	2279	23	2277	13	2276	10	-0,12
202	4-07	4,75588	0,06264	0,17883	0,00208	0,71	1053	12	1747	14	2721	13	66,2
203	4-08	6,63366	0,08751	0,37795	0,00439	0,88	2067	21	2064	12	2061	10	-0,3
204	4-09	6,28746	0,08363	0,36397	0,00423	0,87	2001	20	2017	12	2033	10	1,8

Примечания. Полу жирным шрифтом выделены значения, принятые за возраст циркона (при возрасте <1 млрд лет для вычисления возраста использованы отношения $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, при возрасте ≥1 млрд лет — отношения $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$). Подчеркнуты — минимальный и максимальный возраст цирконов в пробе. D — дискордантность датировок. Датировки (курсив) со степенью дискордантности |D|>10% или большой аналитической ошибкой не учитывались в гистограммах, *K/Pb* и тесте Колмогорова-Смирнова.

Таблица 2

Результаты U-Pb изотопного (LA-ICP-MS) датирования детритовых цирконов из салгирской толщи эскиординской серии (проба № 18-03), Горный Крым*

№ п/п	Номер анализа в пробе № 18-03	Измеренные отношения					Возраст, млн лет						D, %
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	RHO	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	
1	1-1	26,58676	0,34382	0,68606	0,00779	0,88	3368	30	3368	13	3369	8	0,1
2	1-10	15,5896	0,21691	0,55652	0,00627	0,81	2852	26	2852	13	2852	10	0,0
3	1-11	4,40326	0,05717	0,21232	0,00238	0,71	1229	13	1660	13	2260	13	51,8
4	1-12A	17,55764	0,22668	0,5377	0,00608	0,88	2774	25	2966	12	3099	9	12,9
5	1-12B	14,14641	0,18059	0,42605	0,00477	0,88	2288	22	2760	12	3126	9	31,7
6	1-13A	10,29848	0,136	0,39038	0,00441	0,86	2125	20	2462	12	2754	9	26,8
7	1-13B	2,5096	0,03236	0,07774	0,00087	0,51	446	5	1044	16	2672	25	87,3
8	1-14	12,09105	0,1654	0,477	0,00545	0,84	2514	24	2611	13	2688	10	7,8
9	1-15	8,7872	0,11761	0,33608	0,00378	0,70	1860	19	2297	15	2712	13	36,5
10	1-16	14,55673	0,19859	0,47211	0,00535	0,83	2493	23	2787	13	3007	9	20,6
11	1-17	4,78185	0,07471	0,31657	0,00371	0,75	1773	18	1782	13	1792	13	1,2
12	1-18	44,8139	0,62059	0,82684	0,00935	0,82	3885	33	3883	14	3883	9	0,0
13	1-19	3,90341	0,04891	0,17401	0,00193	0,89	1034	11	1614	10	2484	9	63,0
14	1-2	5,07775	0,0676	0,28491	0,00321	0,55	1608	17	1800	18	2031	22	25,5
15	1-20	5,20825	0,07227	0,31087	0,00354	0,82	1745	17	1854	12	1979	10	13,5
16	1-21	2,90853	0,03722	0,14298	0,00159	0,87	861	9	1384	10	2318	9	67,0
17	1-22A	6,11472	0,0844	0,35254	0,004	0,82	1947	19	1992	12	2040	10	5,3
18	1-22B	5,09361	0,06783	0,29781	0,00332	0,81	1679	16	1829	11	2004	10	18,9
19	1-23	13,16875	0,17952	0,48001	0,00541	0,83	2527	24	2692	13	2818	9	12,5
20	1-24	11,34766	0,16043	0,41462	0,00473	0,81	2236	22	2552	13	2814	10	24,3
21	1-25	5,71524	0,08003	0,12382	0,0014	0,31	601	11	1333	44	2838	70	83,7
22	1-26	5,2682	0,07682	0,20528	0,00234	0,78	1204	13	1864	12	2708	10	60,7
23	1-26A	6,53752	0,09706	0,28483	0,00325	0,77	1616	16	2051	13	2523	11	40,5
24	1-27	6,30577	0,09585	0,23741	0,00279	0,71	1370	14	2010	14	2752	12	55,7
25	1-28	12,20511	0,16852	0,45183	0,00505	0,78	2402	22	2617	13	2788	10	16,7
26	1-29	3,51254	0,0626	0,198	0,00243	0,69	1165	13	1530	14	2080	15	48,0
27	1-3	15,72009	0,2123	0,55883	0,00641	0,85	2862	27	2860	13	2859	9	-0,1
28	1-30	15,82913	0,23019	0,55995	0,0064	0,79	2866	26	2867	14	2867	10	0,0
29	1-31A	7,0265	0,10275	0,2843	0,00323	0,70	1606	16	2095	14	2617	12	44,0
30	1-31B	4,90976	0,08863	0,27746	0,00342	0,68	1579	17	1804	15	2075	15	27,0
31	1-32	5,18915	0,07865	0,19697	0,00225	0,66	1154	12	1833	15	2725	14	63,0
32	1-33	0,84232	0,03088	0,09874	0,0015	0,41	607	9	620	17	670	49	9,9
33	1-34	6,3001	0,11575	0,36663	0,00453	0,67	2014	21	2018	16	2024	15	0,6
34	1-35	6,63331	0,10619	0,37739	0,00435	0,72	2064	20	2064	14	2064	13	0,0
35	1-36	6,50132	0,08383	0,37365	0,00418	0,87	2047	20	2046	11	2046	10	0,0
36	1-37	21,22162	0,28039	0,62993	0,00721	0,87	3149	29	3149	13	3149	9	0,0
37	1-38	11,66443	0,15001	0,34059	0,00381	0,87	1890	18	2578	12	3175	9	46,5
38	1-39	15,56732	0,21658	0,45213	0,00527	0,42	2234	29	2540	33	2795	37	29,2
39	1-4	6,75388	0,0894	0,23897	0,00269	0,85	1381	14	2080	12	2866	9	57,3
40	1-40	18,7043	0,28791	0,5136	0,0064	0,68	2658	29	3007	19	3250	14	22,3
41	1-41	19,0144	0,25749	0,48099	0,00544	0,84	2532	24	3043	13	3400	9	30,8
42	1-42	28,84797	0,39839	0,58111	0,00662	0,82	2953	27	3448	14	3750	9	26,4
43	1-43	0,84269	0,01563	0,09849	0,00116	0,64	606	7	621	9	676	20	11,0
44	1-44	14,44683	0,22233	0,52122	0,0062	0,77	2704	26	2780	15	2835	11	5,6
45	1-45	4,61845	0,07012	0,2664	0,00307	0,76	1523	16	1753	13	2039	12	28,4
46	1-46	4,16596	0,05725	0,16403	0,00184	0,82	979	10	1667	11	2691	10	68,3
47	1-47	3,73697	0,05587	0,20908	0,0024	0,77	1224	13	1579	12	2093	12	45,5
48	1-48	9,97051	0,14138	0,45863	0,00518	0,80	2434	23	2432	13	2431	10	-0,1
49	1-49	7,36954	0,10874	0,39772	0,00455	0,78	2159	21	2157	13	2156	11	-0,1

Окончание табл. 1

№ п/п	Номер анализа в пробе № 18-03	Измеренные отношения					Возраст, млн лет						D, %
		$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ	RHO	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1 σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1 σ	
50	1-5	0,64361	0,01371	0,0813	0,00099	0,57	504	6	505	8	508	25	0,8
51	1-50	0,53168	0,01022	0,06902	0,00081	0,61	430	5	433	7	448	22	4,0
52	1-51	8,96872	0,16202	0,44169	0,00558	0,70	2358	25	2335	17	2315	14	-2,2
53	1-52	19,15012	0,28269	0,51033	0,0058	0,77	2658	25	3049	14	3319	10	24,2
54	1-53	11,52884	0,17183	0,43334	0,00491	0,76	2321	22	2567	14	2768	11	19,2
55	1-55	13,01122	0,20084	0,47519	0,00546	0,74	2506	24	2680	15	2815	11	13,2
56	1-56	16,21392	0,3315	0,55837	0,00797	0,70	2860	33	2889	20	2910	16	2,2
57	1-57	6,38078	0,10391	0,35248	0,00426	0,74	1946	20	2030	14	2115	13	9,3
58	1-58	12,2036	0,15777	0,32269	0,0036	0,86	1803	18	2620	12	3331	8	52,3
59	1-59	13,87896	0,18341	0,50617	0,00566	0,85	2640	24	2741	13	2817	9	7,6
60	1-6	15,92985	0,22723	0,56163	0,00657	0,82	2873	27	2873	14	2872	10	0,0
61	1-60	4,26079	0,05761	0,18488	0,00206	0,82	1094	11	1686	11	2529	10	61,5
62	1-62	23,65681	0,33335	0,59695	0,00695	0,83	3018	28	3254	14	3404	9	14,2
63	1-63	5,88628	0,08782	0,3325	0,00381	0,77	1850	18	1959	13	2076	12	12,5
64	1-64	11,1432	0,15868	0,32574	0,00371	0,80	1818	18	2535	13	3173	10	48,8
65	1-65	27,5631	0,43189	0,62653	0,00779	0,74	3124	31	3392	17	3554	11	15,2
66	1-7	6,26459	0,0884	0,36654	0,00417	0,81	2013	20	2014	12	2014	11	0,1
67	1-8	4,65081	0,06324	0,16854	0,00189	0,82	1004	10	1758	11	2827	10	69,4
68	1-9	15,44172	0,21626	0,55431	0,00631	0,81	2843	26	2843	13	2843	10	0,0
69	2-1	4,08038	0,05745	0,18213	0,00201	0,47	1059	12	1564	20	2333	28	61,2
70	2-10	16,34999	0,25669	0,5588	0,00649	0,74	2862	27	2897	15	2922	11	2,6
71	2-11	2,44174	0,03703	0,05335	0,0006	0,33	273	5	832	29	2931	58	92,9
72	2-12	13,48818	0,21318	0,47998	0,00547	0,43	2501	29	2664	31	2791	33	13,9
73	2-13	10,41929	0,14509	0,38677	0,00441	0,82	2108	20	2473	13	2788	10	28,5
74	2-14A	3,94669	0,05484	0,14575	0,00165	0,80	877	9	1621	11	2793	10	73,2
75	2-14B	20,48534	0,28054	0,53261	0,006	0,82	2752	25	3115	13	3357	9	22,1
76	2-15	7,22809	0,10124	0,26381	0,00299	0,66	1496	16	2101	16	2760	14	51,8
77	2-17	6,50063	0,09674	0,37408	0,00431	0,77	2049	20	2046	13	2043	11	-0,3
78	2-18	0,82376	0,01951	0,09916	0,00125	0,53	609	7	610	11	613	28	0,6
79	2-2	10,14999	0,15	0,37682	0,00425	0,76	2061	20	2449	14	2788	11	30,4
80	2-20	6,19411	0,0909	0,36409	0,00414	0,77	2002	20	2004	13	2006	11	0,3
81	2-21	6,43795	0,09648	0,3711	0,00424	0,76	2035	20	2037	13	2041	12	0,3
82	2-22	26,59908	0,39967	0,6131	0,00706	0,77	3082	28	3369	15	3544	10	16,3
83	2-23	11,38545	0,17439	0,40334	0,00464	0,75	2184	21	2555	14	2864	11	27,9
84	2-24	5,72875	0,07879	0,18611	0,00213	0,83	1100	12	1936	12	3004	9	68,7
85	2-25	15,35216	0,21376	0,55245	0,00635	0,83	2835	26	2837	13	2839	10	0,2
86	2-26	9,62559	0,14019	0,39105	0,00458	0,80	2128	21	2400	13	2639	10	22,7
87	2-27	9,26326	0,14463	0,33939	0,00412	0,78	1884	20	2364	14	2810	11	37,9
88	2-28	15,57337	0,22751	0,5562	0,00649	0,80	2851	27	2851	14	2851	10	0,0
89	2-29	12,97504	0,19113	0,48663	0,00567	0,79	2556	25	2678	14	2771	10	9,4
90	2-3	15,20143	0,21235	0,55036	0,00622	0,81	2827	26	2828	13	2829	10	0,1
91	2-30	9,96904	0,15472	0,37465	0,00447	0,77	2051	21	2432	14	2768	11	30,1
92	2-31	1,54757	0,02301	0,07412	0,00086	0,78	461	5	950	9	2362	11	83,3
93	2-32	3,76911	0,05688	0,23034	0,00267	0,77	1336	14	1586	12	1937	12	34,3
94	2-33	15,46738	0,25957	0,55147	0,00685	0,74	2831	28	2844	16	2854	12	1,0
95	2-4	8,0948	0,11382	0,30481	0,00343	0,73	1695	17	2187	14	2687	11	43,1
96	2-5	14,48329	0,22106	0,52357	0,00618	0,77	2714	26	2782	14	2831	11	5,1
97	2-6	28,1685	0,40562	0,70215	0,008	0,79	3429	30	3425	14	3423	10	0,2
98	2-7	16,35707	0,24942	0,56751	0,00662	0,76	2898	27	2898	15	2898	11	0,0
99	2-8	11,52058	0,17171	0,41512	0,00472	0,76	2238	22	2566	14	2836	11	24,9
100	2-9	47,57682	0,70803	0,84403	0,00961	0,77	3945	34	3943	15	3942	10	-0,1

*См. примечания к табл. 1.

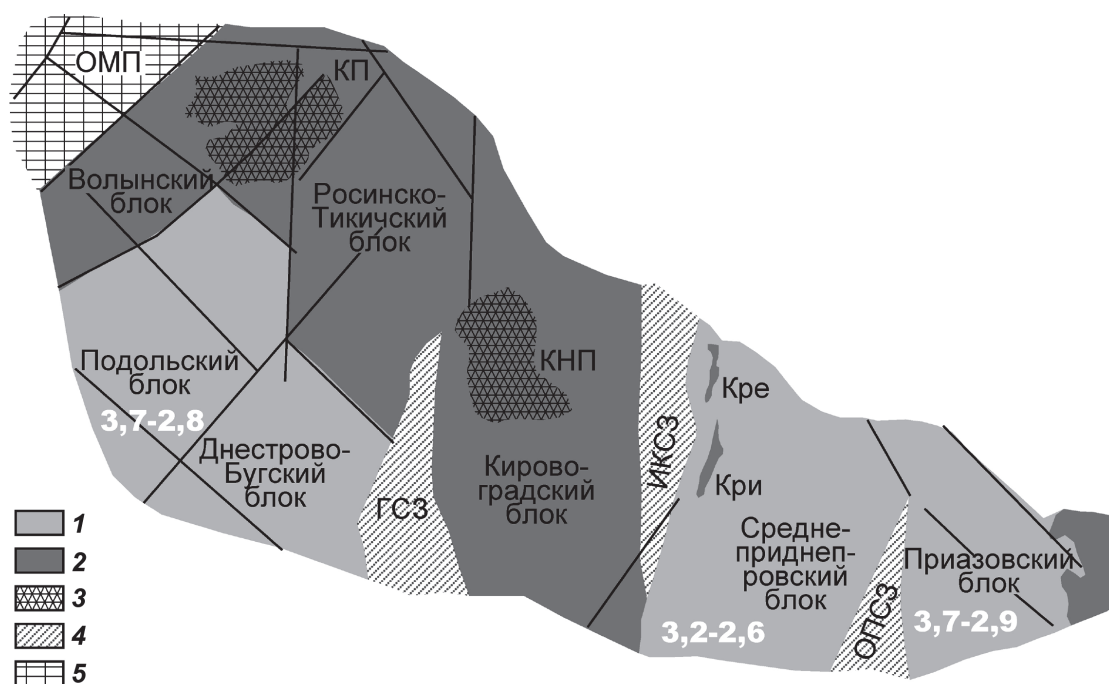


Рис. 5. Тектоническая схема Украинского щита, по [Савко и др., 2019]: белыми цифрами показаны интервалы известных древнейших значений возраста архейских кристаллических пород в млрд лет. Подольский и Приазовский блоки Украинского щита характеризуются наличием в их строении очень древних пород со значениями кристаллизационного возраста до 3,7 млрд лет и модельного возраста субстрата до 3,9 млрд лет. ОМП — аккреционный ороген Осницк-Микашевичи, ИКСЗ — Ингулец-Павлоградская сутурная зона, ГСЗ — Голованевская сутурная зона, ОПСЗ — Орехово-Павлоградская сутурная зона, КНП — Корсунь-Новомиргородский плутон, КП — Коростеньский плутон, Кре — Кременчугская структура, Кри — Криворожская структура; 1 — архей, 2 — протерозой, 3 — плутоны, 4 — сутурные зоны, 5 — комплексы окраинно-континентального пояса

Более половины анализов с сильно дискордантными значениями в обоих пробах свидетельствуют о том, что dZr были массово подвержены термальному и/или метаморфическому воздействию, возможно неоднократному, которое в разной степени нарушило U-Pb изотопную систему в них, в том числе и очень существенно ($D > 10\%$). В породах, из которых отобраны пробы, не выявлено явных следов метаморфического или метасоматического изменения. Поэтому вероятнее, что dZr были рециклированы из более древних пород, подвергнувшихся термальному и/или метасоматическому воздействию. В некоторых dZr выявлены отдельные участки (области), которые можно трактовать как инхеритное (унаследованное, древнее) ядро и более молодую оболочку. Однако по причине маленького размера этих областей или наличия нарушений в них изучить хотя бы в одном dZr и ядро, и оболочку (чтобы оценить время воздействия на dZr) не удалось.

Сопоставление U-Pb изотопных значений возраста детритовых цирконов из таврической и эскиординской серий. Наборы значений возраста dZr из обоих проб показывают сильное визуальное сходство (подтверждаемое количественно тестом Колмогорова-Смирнова: величина коэффициента p равна 0,59), проявляющееся в следующем.

1. В обоих пробах значения возраста моложе криогения получены только для единичных зерен (6 зерен dZr в пробе № 18-01 и 5 зерен dZr в про-

бе № 18-03) с U-Pb изотопными датировками, рассеянными в интервале от эдиакария до триаса.

2. Средний и ранний неопротерозой (криогений и тоний) и мезопротерозой не представлены ни одним зерном, а доминируют dZr с палеопротерозойскими и неоархейскими значениями возраста. При этом самые яркие (самые интенсивные) частотные пики на *КПВ* для обоих проб (палеопротерозойские — 2029 и 2052 млн лет и архейские — 2850 и 2806 млн лет) фактически совпали.

Столь сильное сходство убедительно доказывает, что верхнетриасовые песчаники из разрезов нижнетааврической свиты таврической серии и салгирской толщи эскиординской серии имели единую питающую провинцию. Эти толщи формировались, скорее всего, в разных частях одного и того же осадочного бассейна на континентальной окраине.

Возможные первичные источники палеопротерозойских и архейских детритовых цирконов из верхнетриасовых толщ Горного Крыма. Первичными источниками палеопротерозойских и архейских dZr в изученных пробах могли быть только древнейшие кристаллические комплексы Земли, т.е. кристаллические комплексы фундамента кратонов. Наличие только единичных dZr древнее криогения и отсутствие (средне-+поздне-)неопротерозойских и мезопротерозойских dZr в изученных пробах указывает на то, что вряд ли палеопротерозойские и архейские dZr были рециклированы через (мезо-+нео-)протерозойские (мета)осадочные толщи.

Гораздо вероятнее, что палеопротерозойские и архейские dZr попали в верхнетриасовые толщи Горного Крыма вместе с прямыми продуктами разрушения палеопротерозойских и неоархейских кристаллических комплексов кратона (цирконы 1-го цикла седиментации) и/или были рециклированы через палеопротерозойские (мета)осадочные комплексы этого же кратона, который находился на относительно небольшом удалении от области седиментации (места отбора образцов).

Ближайшие к Крыму древнейшие кратонные коровые блоки находятся в это юго-западной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП) (Сарматия). На современном эрозионном срезе здесь экспонируются выступы кристаллического фундамента ВЕП: Украинский щит и Воронежский кристаллический массив [Бибикова и др., 2009, 2013; Bogdanova et al., 2008; Claesson et al., 2014; Terentiev et al., 2018; Савко и др., 2019], архейские и палеопротерозойские кристаллические комплексы которых могли быть первичными источниками архейских и палеопротерозойских dZr в изученных пробах.

В пробах из верхнетриасовых толщ Горного Крыма зафиксировано значительное число dZr (14 зерен dZr в пробе № 18-01 и 10 зерен dZr в пробе № 18-03) с очень древними значениями возраста ($>3,0$ млрд лет), среди них 3 древнейших зерна dZr с возрастом $\sim 3,9$ млрд лет. Комплексы с такими значениями возраста чрезвычайно редки в мире, однако широко представлены на Украинском щите (УЩ). Так, Подольский и Приазовский блоки Украинского щита характеризуются наличием в их строении очень древних пород со значениями кристаллизационного возраста вплоть до 3,7 млрд лет и модельного возраста субстрата вплоть до 3,9 млрд лет [Claesson et al., 2014; Бибикова и др., 2012, 2015; Лобач-Жученко и др. 2014, 2017] (рис. 4).

В фундаменте юго-западной части ВЕП также широко представлены палеопротерозойские кристаллические комплексы аккреционно-коллизионного происхождения: реликты Волго-Сарматского (2,2–2,0 млрд лет) и Волынь-Средне-Русского (1,7–1,75 млрд лет) коллизионных орогенов, а также реликты аккреционного орогена Осницк-Микашевичи ($\sim 1,95$ –2,0 млрд лет). Крупные внутриплитные интрузии в пределах УЩ представлены плутонитами Коростеньского и Кировоградского массивов (1,74–2,06 млрд лет) и прорывающими их дайками (1,88–1,77 млрд лет). Сводка известных архейских и палеопротерозойских значений возраста кристаллических комплексов в юго-западной части ВЕП показана в верхней части рис. 5 — очевидно хорошее соответствие возрастных диапазонов палеопротерозойских и архейских кристаллических комплексов юго-западной части ВЕП и соответствующих популяций детритовых цирконов из проб № 18-01 и № 18-03.

К настоящему времени уже накоплен представительный объем U-Pb изотопных датировок dZr из неопротерозойских метаосадочных пород УЩ [Бибикова и др., 2012, 2013; Claesson et al., 2014; Shumlyansky et al., 2015b]. Количественное сопоставление полученных нами наборов U-Pb изотопных значений возраста dZr из указанных проб >1 млрд лет с суммарными аналогичными данными для юго-западной части ВЕП, представленными в работе [Shumlyansky et al., 2015b], выполнено с помощью теста Колмогорова–Смирнова с использованием программы, размещенной в свободном доступе.

Этот тест используется для того, чтобы определить, подчиняются ли два эмпирических распределения одному закону, либо определить, подчиняется ли полученное распределение предполагаемой модели. Обычно стандартный уровень значимости теста принимается равным 95%. Это означает, что, если величина коэффициента p превышает пороговое значение 0,05, то тестируемая гипотеза весьма вероятна (95%). Для рассмотренных нами проб получены значения коэффициента p , равные 0,064 и 0,47 соответственно. Это свидетельствует о том, что кристаллические комплексы, аналогичные тем, которые представлены в современной структуре УЩ, и/или древнейшие палеопротерозойские осадочные толщ, в которых продукты эрозии архейских и палеопротерозойских кристаллических комплексов в юго-западной части ВЕП были аккумулярованы, могли быть поставщиками кластики в верхнетриасовые толщ Горного Крыма.

Выводы. 1. Сильное сходство спектров значений возраста dZr из изученных проб убедительно доказывает, что породы таврической и эскиординской серий в позднем триасе имели единую питающую провинцию, что подтверждает фациальный характер их первичных взаимоотношений.

2. Присутствие в пробах значительного числа dZr с очень древними значениями возраста ($>3,0$ млрд лет, в том числе 3-х древнейших зерен dZr с возрастом $\sim 3,9$ млрд лет) указывает на то, что кристаллические комплексы, представленные в современной структуре Украинского щита, могли быть очень вероятными первичными источниками этих цирконов. Кристаллические комплексы с такими древними значениями возраста цирконов чрезвычайно редки в мире, однако широко представлены в Подольском и Приазовском блоках Украинского щита.

3. В позднем триасе Таврический осадочный бассейн формировался на континентальной окраине Восточно-Европейского континента (или Балтики).

Финансирование. Исследования выполнены в соответствии с планами исследований по теме Госзаданий ГИН РАН и ИФЗ РАН, а также частично поддержаны проектами РФФИ (№ 18-05-00495 и № 19-05-00284).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Биби́кова Е.В., Богданова С.В., Постников А.В. и др. Зона сочленения Сарматии и Волго-Уралии: изотопно-геохронологическая характеристика супракрустальных пород и гранитоидов // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2009. Т. 17, № 6. С. 3–16.
- Биби́кова Е.В., Клаэссен С., Федотова А.А. и др. Изотопно-геохронологическое (U-Th-Pb, Lu-Hf) изучение цирконов архейских магматических и метаосадочных пород Подольского домена Украинского щита // Геохимия. 2013. № 2. С. 99–118.
- Биби́кова Е.В., Федотова А.А., Клаэссен С. и др. Ранняя кора Приазовского домена Украинского щита: изотопно-геохронологическое и геохимическое изучение терригенных цирконов метаосадочных пород Федоровской структуры // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2012. Т. 20, № 2. С. 13–26.
- Биби́кова Е.В., Федотова А.А., Клаэссен С., Степанюк Л.М. Ранняя кора Подольского домена Украинского щита: изотопный возраст терригенных цирконов из кварцитов бугской серии // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2015. Т. 23, № 6. С. 3–15.
- Болотов С.Л., Донт А.В. О новой находке *Monotis Bronn, 1830* (*Monotidae, Bivalvia*) в долине р. Бодрак (Горный Крым) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1999. № 4. С. 71–74.
- Болотов С.Н., Панов Д.И., Ярошенко О.П. Новые данные о палинологической характеристике триасовых и лейасовых отложений бассейна р. Бодрак (Крым) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2004. Т. 79, вып. 3. С. 13–19.
- Ипполитов А.П., Яковищина Е.В., Бордунов С.И., Никишин А.М. Эскиординская «свита» Горного Крыма — тектонический меланж. Новые находки макрофауны против классической схемы расчленения // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии / Под ред. В.А. Захарова, М.А. Рогова, А.П. Ипполитова. Махачкала: АЛЕФ, 2015. С. 144–148.
- Лобач-Жученко С.Б., Балаганский В.В., Корешкова М.Ю. и др. Палеоархейские ортопироксениты побужской гранулитогнейсовой области Украинского щита // Докл. РАН. 2017. Т. 474, № 6. С. 731–736. DOI: 10.7868/S0869565217180165.
- Никишин А.М., Махатадзе Г.В., Габдуллин Р.Р. и др. Битакские конгломераты как ключ для понимания среднеюрской геологической истории Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2016. № 6. С. 20–27.
- Панов Д.И., Болотов С.Н., Самарин Е.Н., Гостев М.Ю. Перерывы в разрезе триасово-юрских отложений Горного Крыма и их историко-геологическое значение // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2004. № 2. С. 21–31.
- Панов Д.И., Панченко И.В., Косоруков В.Л. Нижнетааврическая свита (верхний триас) на Качинском полуострове Горного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2011. № 2. С. 13–21.
- Романюк Т.В., Кузнецов Н.Б., Белоусова Е.А. и др. Палеотектонические и палеогеографические обстановки накопления нижнерифейской айской свиты Башкирского поднятия (Южный Урал) на основе изучения детритовых цирконов методом «TerraneChrono®» // Геодинамика и тектонофизика. 2018. № 1. С. 1–37. DOI: 10.5800/GT-2018-9-1-0335.
- Рудько С.В., Кузнецов Н.Б., Белоусова Е.А., Романюк Т.В. Возраст, Hf-изотопная систематика детритовых цирконов и источник сноса конгломератов г. Южная Демерджи, Горный Крым // Геотектоника. 2019. № 5. С. 36–61. DOI: 10.31857/S0016-853X2019536-61.
- Рудько С.В., Кузнецов Н.Б., Романюк Т.В., Белоусова Е.А. Строение и основанный на первых результатах U/Pb-датирования детритных цирконов возраст конгломератов г. Южная Демерджи (верхняя юра, Горный Крым) // Докл. РАН. 2018. Т. 483, № 3. С. 306–309. DOI: 10.31857/S086956520003254-2.
- Савко К.А., Самсонов А.В., Сальникова Е.Б. и др. Мезоархейские тоналит-трондьемит-гранодиоритовые ассоциации Восточной Сарматии: возраст и геологическое положение // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2019. Т. 27, № 5. С. 4–18.
- Стафеев А.Н., Суханова Т.В., Латышева И.В. и др. Новые данные о геологии Лозовской зоны (поздний триас — средняя юра) Горного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2015. № 5. С. 21–33.
- Стафеев А.Н., Суханова Т.В., Латышева И.В. и др. Ченкская толща песчаников (нижняя юра) Горного Крыма: стратиграфия и условия осадконакопления // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2014. № 6. С. 40–48.
- Тевелев Арк.В., Коварская В.Е., Татаринова Д.С. Литологический состав, спорово-пыльцевые спектры и условия образования пород ченкской свиты Юго-Западного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2012. № 2. С. 14–24.
- Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАПИ, 2011. 336 с.
- Bogdanova S.V., Bingen B., Gorbatshev R. et al. The East European Craton (Baltica) before and during the assembly of Rodinia // Precamb. Res. 2008. Vol. 160, N 1–2. P. 23–45. DOI: 10.1016/j.precamres.2007.04.024.
- Claesson S., Bibikova E., Shumlyanskyy L. et al. The oldest crust in the Ukrainian Shield — Eoarchean U–Pb ages and Hf–Nd constraints from enderbites and metasediments // Continent Formation Through Time: Geol. Soc. London, Spec. Publ. 2014. Vol. 389, N 1. P. 227–259.
- Elming S.-Å., Shumlyanskyy L., Kravchenko S. et al. Proterozoic basic dykes in the Ukrainian Shield: a paleomagnetic, geochronologic and geochemical study — the accretion of the Ukrainian Shield to Fennoscandia // Precamb. Res. 2010. Vol. 178, N 1–4. P. 119–135. DOI: 10.1016/j.precamres.2010.02.001.
- Horstwood M.S.A., Kosler J., Gehrels G. et al. Community-derived standards for LA-ICP-MS U-(Th)-Pb geochronology — Uncertainty propagation, age interpretation and data reporting // Geostandards and Geoanalytical Res. 2016. Vol. 40, N 1. P. 3,311–332. DOI: 10.1111/j.1751-908X.2016.00379.x
- Kuznetsov N.B., Belousova E.A., Griffin W.L. et al. Pre-Mesozoic Crimea as a continuation of the Dobrogea platform: Insights from detrital zircons in Upper Jurassic conglomerates, Mountainous Crimea // Intern. J. Earth Sci. 2019. Vol. 108, N 7. P. 2407–2428. DOI: 10.1007/s00531-019-01770-2.
- Nikishin A.M., Wannier M., Alekseev A.S. et al. Mesozoic to recent geological history of southern Crimea and the Eastern Black Sea region. Tectonic evolution of the Eastern Black Sea and Caucasus // Geol. Soc. London, Spec. Publ. 2015. Vol. 428. DOI: 10.1144/SP428.1.
- Shumlyanskyy L., Ernst R., Billstrom K. A U–Pb Baddeleyite age of the Davydky gabbro-syenite massif of the Korosten plutonic complex // Geochemistry and ore formation. 2015a. Vol. 35. P. 37–42.

Shumlyanskyy L., Hawkesworth C., Billström K. et al. The origin of the Palaeoproterozoic AMCG complexes in the Ukrainian Shield: new U-Pb ages and Hf isotopes in zircon // *Precamb. Res.* 2017. Vol. 292. P. 216–239. DOI: 10.1016/j.precamres.2017.02.009.

Shumlyanskyy L., Hawkesworth C., Dhuime B. et al. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ages and Hf isotope composition of zircons from sedimentary rocks of the Ukrainian shield: Crustal growth of the south-western part of East European craton from Archaean to Neoproterozoic // *Precamb. Res.* 2015b. Vol. 260. P. 39–54. DOI: 10.1016/j.precamres.2015.01.007.

Shumlyanskyy L., Nosova A., Billstrom K. et al. The U-Pb zircon and baddeleyite ages of the Neoproterozoic Volyn Large Igneous province: implication for the age of the magmatism and the nature of a crustal contaminant // *GFF.* 2016. Vol. 138, N 1. P. 1–14. DOI: 10.1080/11035897.2015.1123289.

Terentiev R.A., Savko K.A., Santosh M. Post-collisional two-stage magmatism in the East Sarmatian orogen, East European craton: evidence from the Olkhovsky ring complex // *J. Geol. Soc.* 2018. Vol. 175, N 1. P. 86–99. DOI: 10.1144/jgs2017-017.

Поступила в редакцию 01.10.2019

Поступила с доработки 16.10.2019

Принята к публикации 15.01.2020