

УДК 913.1/913.8

ПОДВИЖКИ ЛЕДНИКОВ ПАМИРА В ПЕРВЫЕ 20 ЛЕТ XXI ВЕКА

© 2020 г. Академик РАН В. М. Котляков^{1,*}, Л. В. Десинов¹, С. Л. Десинов¹, В. А. Рудаков¹

Поступило 27.08.2020 г.

После доработки 31.08.2020 г.

Принято к публикации 04.09.2020 г.

Исследована активизация пульсирующих ледников Памира за последние 20 лет. Подвижки ледников здесь произошли в бассейнах рек Сурхоб, Муксу, Сауксай, Сельдара (включая систему ледника Федченко), Обихингоу, Ванч. Пульсационные процессы выявлены на 48 ледниках на фоне общего сокращения оледенения под влиянием глобального потепления. Показаны особенности активизации ледников, развития пульсационных процессов и их завершения. Не выявлено явной связи пульсаций с сейсмическими событиями, за исключением трех случаев, когда землетрясения вызвали обвалы горных пород, которые могли стать причиной активизации ледников.

Ключевые слова: пульсирующий ледник, фронт активизации, активная фаза, речной бассейн, подвижка, язык ледника, мониторинг, космический снимок

DOI: 10.31857/S2686739720110080

Пульсирующие ледники отличаются от обычных тем, что у них периодически, через близкие по длительности временные интервалы (неодинаковые для разных ледников) медленное движение льда сменяется ускоренным. Подвижки ледников не связаны с землетрясениями и климатическими флуктуациями. Они вызваны динамическими процессами в самом леднике. Большинство пульсаций ледников происходит вдали от населенных пунктов в глубине горных долин, не создавая угрозы людям и инфраструктуре. Но в отдельных случаях при перекрытии боковых долин и ущелий могут возникать озера, прорыв которых через ледяную плотину создает катастрофическую ситуацию. 40 лет назад первые пульсирующие ледники были обнаружены и изучены именно на Памире, были установлены главные закономерности их эволюции и систематизированы индикационные признаки [1]. К началу третьего десятилетия XXI века пришла пора актуализировать данные о динамически нестабильных ледниках Памира.

Известно около шестидесяти признаков пульсационных изменений ледников. Многие из них можно обнаружить только при полевых обследованиях с применением беспилотных летательных аппаратов или при визуальных наблюдениях с борта вертолета. Однако некоторые признаки

ледниковых подвижек проявляются очень ярко, и их видно на космических фотоснимках высокого и среднего уровней разрешения. Правда, такая работа требует высокой профессиональной подготовки и опыта наземных исследований.

Наземные методы сбора данных о пульсирующих ледниках ограничены труднодоступностью высоких гор. А в последние годы это усложняется еще и тем, что в высокогорье Памира полностью ликвидированы стационарные пункты наблюдений и измерений. В 70-х и 80-х годах XX века Памир служил тестовым полигоном, где научные сотрудники Института географии РАН регулярно выполняли синхронные наземно-воздушно-космические исследования пульсирующих ледников, которые легли в основу разработки Инструкции по их каталогизации [1].

Возможности космического мониторинга обширны. Для этого используются десятки типов спутников ДЗЗ, а в Институте географии РАН – головной организации России по применению материалов фотосъемок с борта Международной космической станции для изучения природной среды – основной акцент сделан на привлечение космонавтов к этой научной задаче.

Цель этой работы заключается в выявлении и систематизации ледниковых подвижек, произошедших в горах Памира за последние 20 лет. Подчеркнем, что подобные исследования не проводились ни таджикской национальной службой мониторинга ледников, ни иными зарубежными

¹ Институт географии Российской академии наук, Москва, Россия

*E-mail: vladkot4@gmail.com

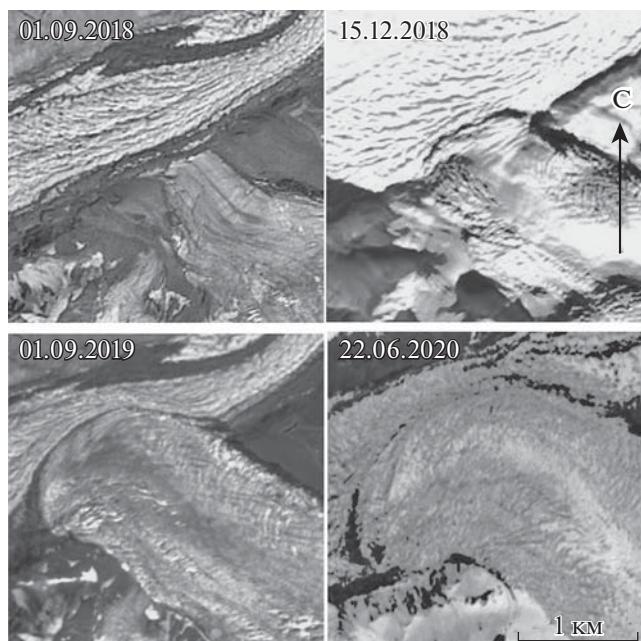


Рис. 1. Подвижка ледника Дорофеева в бассейне р. Обихингоу.

63 длительные экспедиции на МКС с января 2001 г. по август 2020 г. Как правило, для анализа отбирались изображения с детальностью не хуже 5 м, полученные в натуральных цветах при выполнении целевых программ визуального обнаружения и фотосъемки динамически нестабильных ледников Памира. Дополнительно привлекались фотоснимки из поисковой информационной системы Google и из ресурсов космических снимков Sentinel и Planet.com с разрешением на местности соответственно 12 м и 2–5 м. Все измерения выполнены с использованием топографической карты масштаба 1 : 50000 и ГИС-программы GlobalMapper. Пример подбора разновременных снимков ледника Дорофеева и получения информации о его динамике показан на рис. 1. Названия и номера ледников Памира даются в соответствии с данными каталога [2], в котором они отнесены к речным бассейнам.

Анализ использованных данных позволил получить результаты по 48 ледникам шести гидрологических бассейнов, представленных в табл. 1. Основные изменения в динамике ледников выявлены по результатам сравнения с данными исследований 1970–80-х годов, которые в наиболее полном виде представлены в работе [3]. Несколько пульсаций ледников изучены с учетом научной информации, приведенной в работах [4–8].

научными учреждениями или их отдельными представителями.

В работе использованы фотоснимки, сделанные с высоты около 400 км космонавтами за

В западной части хребта Петра Первого в бассейне р. Сурхоб преобладают простые долинные

Таблица 1. Количество подвижек ледников Памира в 2001–2020 гг.

Характер подвижки		Ранее известные подвижки				Длительность периодов пульсации, лет				Подвижки с перекрытием долин	Подвижки от обвала горных пород
наступление фронта	внутри контура	0	1	2	>2	не известно	≤10	11–30	>30		
Бассейн р. Сурхоб											
5	1	4	1		1	4			2		2
Бассейн р. Муксу											
6	9	5	8		2	4		5	5		
Бассейн р. Сельдара											
4		3	1			3		1		1	
Бассейн р. Сауксай											
14		5	7	2		6	1	6	1		
Бассейн р. Обихингоу											
7		2	2	2	1	1	1	3	2	2	
Бассейн р. Ванч											
1	1	1			1	1	2*	4*		2	1
Суммарно по ледникам шести вышеуказанных бассейнов рек											
37	11	20	19	4	5	19	4	19	10	5	3

Примечание. *Известно 6 периодов пульсаций ледника Медвежьего.

ледники небольших размеров, залегающие на крутых склонах. Помимо обычных твердых осадков, они получают обильное лавинное питание, а иногда с северного склона хребта в их области питания обрушиваются горные породы. Именно этот участок хребта Петра Первого встает первым барьером на пути западных и северо-западных вторжений холодных воздушных масс, которые продуцируют обильные осадки. За год здесь выпадает нередко больше 2000 мм. Несколько ледников лежат не на днище долины, а на своем моренном “пьедестале”, круто свисая с него окончаниями языков.

На ледниках № 501 и 503 в 2017–2019 гг. произошли так называемые внутренние подвижки, при которых волны активизации не вышли за пределы их языков. В обоих случаях основной причиной развития пульсации стали обвалы горных пород с крутых северных склонов хребта (табл. 1), а в трех случаях причиной этих обвалов (табл. 2) могли стать землетрясения [9]. Заметим, что, по нашей оценке, такие сейсмические поверхностные или вертикальные волны, как правило, не оказывают влияния на динамику ледников. Другое дело — нагружение горными породами областей оттока ледников, что приводит к формированию релаксационных волн активности, одной или нескольких, которые проходят по языку ледника.

А самый крупный ледник этой группы, известный под названием Дидаль, был одним из первых пульсирующих ледников, на котором изучались признаки подвижек. Две его предыдущие подвижки, следовавшие с периодом 32 и 42 года, сопровождалась отрывом части ледника и ее обвалом в направлении р. Сурхоб. В последнем же случае, с июня 2015 г. по июнь 2016 г. длина ледника возросла почти на 50%, но язык сохранил свою целостность. В подвижке, которая произошла через 45 лет после предыдущей, существенную роль сыграли обильные порции лавинного снега, возможно, продуцированные сейсмическими событиями.

Гораздо резче наступали ледники № 504, 505 и 506. Они обрушили в направлении р. Сурхоб большое количество льда, воды и камней, и некоторые потоки достигли окраины г. Таджикобод.

Ледники бассейна р. Муксу характерны более широким спектром морфологических типов. Они расположены вдоль обоих склонов речной долины протяженностью более 90 км, которую обрамляют хребты с вершинами более 7 км. На склонах хребтов по мере подъема в горы на 3–4 км количество осадков возрастает до 2000 мм, но осадки распределяются очень неравномерно.

За 20 лет наблюдений получены данные о движении ледников при пульсациях и об их внутренних подвижках (см. табл. 1). Из 15 изученных

ледников у десяти из них имеются сведения о более ранних пульсациях с длительностью периодов подвижек от 11 до 30 лет. Именно здесь отмечены два самых крупных на Памире продвижения фронта наступающих ледников: Музгазы (Ошанина) в 2011 г. на 5.76 км и Сугран в 2005 г. на 4.5 км [4]. Периоды подвижек не превышают 43 года. У четырех ледников пульсации активно развиваются и в летний период 2020 г.

Ледники бассейна р. Сельдара представляют собой самый крупный район оледенения в горах Памира: здесь пульсирующие ледники превышают в длину 10 км, а ледник Бивачный протяженностью более 30 км состоит из 15 отдельных потоков. Осадки на высотах от 3480 до 5800 м выпадают в основном в твердом виде, а их общее количество превышает 2000 мм/год. Нижняя часть языка ледника Бивачный к 2007 г. на протяжении более 7 км омертвела [5], а к 2014 г. в результате очередной пульсации стала активной и продвинулась к леднику Федченко. Кинематические волны в верхних областях всех ветвей ледника периодически активизируются и снова замирают, так что в зоне слияния 15 независимых потоков льда постоянно происходят динамические изменения — подвижки или восстановления, сменяя друг друга.

Три другие ледника этого бассейна практически лишены моренного покрова, в стадию подвижки длительностью не менее 4 лет по ним прокатывается несколько волн активизации, расстояние между которыми сокращается даже с началом движения фронта ледника.

В бассейне р. Сауксай, где находится еще один пик-семитысячник, подвижки ледников за последние 20 лет проявились у 14 ледников, а ранее здесь было известно девять ледниковых пульсаций. Длительность периодов подвижек, как правило, не превышает 36 лет. В этом бассейне находятся объекты первых тестовых исследований пульсаций ледников Памира — ледники Вали, Держинского, Малый Саукдара, которые по прошествии соответственно 25, 26 и 36 лет вновь продвинулись до р. Сауксай. Яркой особенностью этих подвижек, а также наступания ледников № 234 и 244 (Красина) служит растекание фронтальных частей их языков в виде “лап”. Отметим и большое приращение длины трех ледников (№ 204, Чакманташ и Малый Саукдара), превышающее 2200 м, а также проявление серии волн активизации.

Ледники бассейна р. Обихингоу находятся на пути основных воздушных масс южного и юго-западного направлений, дающих интенсивные осадки в обширном высотном поясе гор, в диапазоне от 3000 до 6260 м. В областях аккумуляции ледников этого района на высотах более 4200 м ежегодно выпадает не менее 2200 мм осадков.

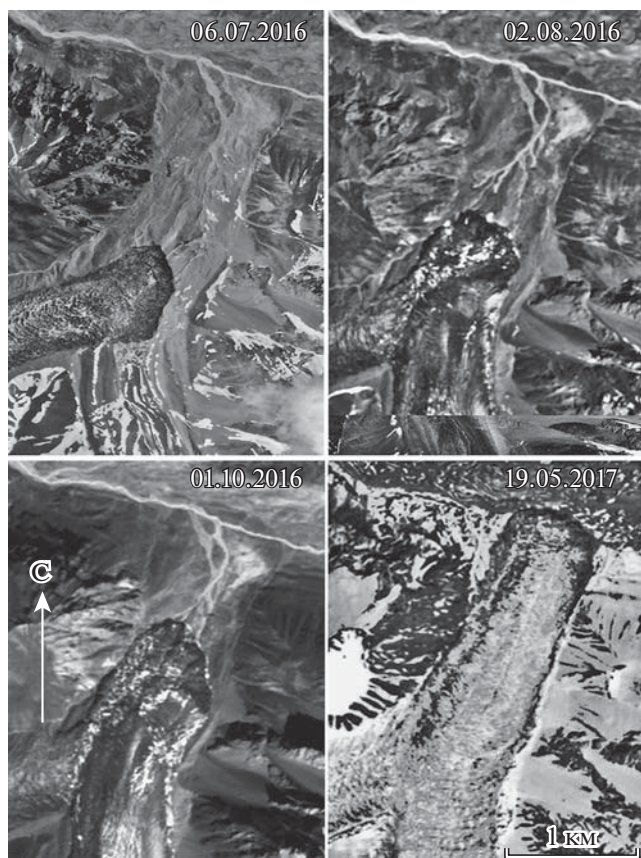


Рис. 2. Подвижка ледников № 85 и 88 в бассейне р. Обихингоу.

Благоприятная ориентация склонов обеспечива-ет наилучшие условия питания ледников.

20-летний космический мониторинг в бассейне р. Обихингоу позволил установить целый ряд выразительных признаков подвижек ледников: большие перепады высот в зоне оттока и на языке ледника, обвалы льда через береговые морены, существенные изменения в скорости движения льда, наполнение одних частей ледника на другие с дальнейшим совместным продвижением их языков (рис. 2), прохождение выразительных валов вспучивания с превращением ровной поверхности в бугристо-глыбовую, создание крутых лобовых обрывов и крупных продольных разрывов вдоль бортов, формирование прибортовых зон дробления. А в тыловой части ледников возникают поперечные разрывы и сбросовые структуры. В первые годы стадии восстановления лед во фронтальной части подвижки быстро вытает, и ледники отступают на прежнюю позицию. Как правило, “лапы” фронтов подвижек достигают главных долин, а порою их перекрывают. Вместе с тем за годы наблюдений здесь не обнаружено напорных озер.

Ледники бассейна р. Ванч проявили за последние 20 лет свои яркие динамические особенности всего на двух объектах — ледниках РГО и Медвежий. Первый из них заметно активизировался в области обрушения на его язык горных пород с правого склона первого левого крупного притока. Значительная масса камней вызвала активизацию средней и лежащей ниже частей ледника и небольшое выдвигание фронта подвижки в долину реки. Это событие нашло отражение в работах [6, 7].

Ледник Медвежий — самый известный пульсирующий ледник мира. Его подвижки происходят регулярно с периодичностью 10–16 лет и многократно описаны. К числу последних исследований относится работа [8]. Важным результатом мониторинга 2020 г. служит обнаружение признаков новой подвижки: ниже ледопада замечено яркое валообразное дуговое вспучивание льда. За первую половину лета 2020 г. оно продвинулось от ледопада на расстояние более 150 м. Этот факт дает основание сосредоточить усилия на данном объекте, чтобы своевременно спрогнозировать очередную подвижку ледника Медвежьего.

Приведенная информация демонстрирует высокую эффективность дистанционного метода изучения ледников и показывает необходимость их космического мониторинга на территории высокогорного Памира.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках Госзадания АААА-А19-119022190168-8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по составлению каталога пульсирующих ледников СССР // Материалы гляциол. исследований. 1982. Вып. 44. С. 208–234.
2. Каталог ледников СССР. Т. 14, Средняя Азия. Вып. 3. Части 6, 7, 8, 8а, 9, 11. Л.: Гидрометеиздат, 1968–1978.
3. Десинов Л.В., Ротоматов К.П. Карта “Пульсирующие ледники Памира”. Атлас снежно-ледовых ресурсов мира. М.: РАН, 1997. С. 147.
4. Котляков В.М., Осипова Г.Б., Цветков Д.Г. Космический мониторинг пульсирующих ледников Памира // Изв. РАН. Сер. геогр. 2008. № 4. С. 74–83.
5. Котляков В.М., Десинов Л.В., Рудаков В.А. Подвижка ледника Бивачного в 2012–2015 годах // Лед и Снег. 2015. № 2 (130). С. 133–140.
6. Котляков В.М., Десинов Л.В., Осипова Г.Б., Хаузер М., Цветков Д.Г., Шнайдер Ж.Ф. События 2002 года на леднике Русского географического общества (РГО), Памир // Материалы гляциол. исследований. 2003. Вып. 95. С. 221–230.
7. Коновалов В.Г., Рудаков В.А. Возможности использования данных дистанционного зондирования Земли

для мониторинга ледников и гляциологических расчетов // Лед и Снег. 2015. № 1 (129). С. 15–27.

8. Десинов Л.В., Котляков В.М., Осипова Г.Б., Цветков Д.Г. // Снова дал знать о себе ледник Медвежий // Материалы гляциол. исследований. 2001. Вып. 91. С. 249–253.
9. USGS Earthquake Hazards Program <http://hiksbay.com/asia/tajikistan?lang=ru>

MOVEMENT OF THE PAMIR GLACIERS IN THE FIRST 20 YEARS OF THE XXI CENTURY

Academician RAS V. M. Kotlyakov^{a, #}, L. V. Desinov^a, S. L. Desinov^a, and V. A. Rudakov^a

^a Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

[#]E-mail: vladkot4@gmail.com

The activation of surging glaciers in the Pamirs over the past 20 years has been studied. Glacier surges occurred in the basins of the Surkhob, Muksu, Sauksai, Seldara (including the Fedchenko Glacier system), Obihingou, and Vanch rivers. Surge processes were detected on 48 glaciers against the background of a general glacier retreat under the influence of global warming. Features of glacier activation, development of pulsation processes and their completion are shown. There was no clear association of surges with seismic events, with the exception of three cases when earthquakes caused rock collapses that could have caused glaciers to activate.

Keywords: surging glacier, front of growing activity, active phase, river basin, surge, glacier tongue, monitoring, space image

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал “ДАН. Науки о Земле” публикует статьи, содержащие результаты завершенных крупных, приоритетных, оригинальных и ранее неопубликованных научных исследований в области геологии, геотектоники, геодинамики, петрологии, вулканологии, геологии рудных и нерудных полезных ископаемых, нефти и газа, стратиграфии и литологии, палеонтологии, геохимии, минералогии, кристаллохимии, космохимии, геоэкологии, географии, горных наук, гидрогеологии, проблем вод суши, геофизики, физики земных недр, сейсмологии, физики атмосферы, океана, гидросферы, дистанционного зондирования Земли из космоса, физической океанологии, морской гидрохимии, биосферы океана, теории климата, геоинформатики. Цель журнала — всестороннее освещение фундаментальных и прикладных исследований в науках о Земле, ознакомление широкого круга специалистов с последними достижениями российских и зарубежных исследователей в этой области. Высокое качество публикуемых материалов обеспечивается соблюдением современных требований к рукописям и всестороннего экспертного рецензирования, соблюдением редакционной и публикационной этики.

Журнал публикует статьи об оригинальных, нигде ранее не опубликованных фундаментальных исследованиях, авторами которых являются действительные члены (академики), члены-корреспонденты, иностранные члены Российской Академии наук. Журнал публикует также статьи других авторов, представленные действительными членами и иностранными членами Российской Академии наук. Такое представление должно быть получено автором **до направления рукописи в редакцию**. Журнал “ДАН. Науки о Земле” выходит каждый месяц, т.е. 12 раз в год.

В журнале “ДАН. Науки о Земле” не публикуются статьи полемические, классификационные и узкоспециальные; содержащие решения стандартных задач; статьи описательные, обзорные и методические (если метод не является принципиально новым); статьи, излагающие обобщения и предположения, непосредственно не вытекающие из публикуемого оригинального фактического материала; статьи серийные и излагающие отдельные этапы исследований, содержащие материал, явным образом разделенный на несколько последовательных публикаций; статьи о рядовых исследованиях, не представляющие общего интереса.

Рукописи, поступившие в редакцию, проходят научную экспертизу. Решением редакционной

коллегии рукопись может быть отклонена, если она не удовлетворяет перечисленным выше требованиям.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция журнала “ДАН. Науки о Земле” просит авторов руководствоваться приводимыми ниже правилами, с которыми авторы должны ознакомиться до того, как направят рукопись в редакцию.

Рукописи, оформленные без соблюдения этих правил, к рассмотрению не принимаются.

Рукописи должны иметь представление действительного члена Российской академии наук, если оно требуется (см. выше).

Работы публикуются по мере поступления. Единственным поводом для внеочередной публикации является исключительная важность работы или соображения приоритета. Авторы должны определить раздел области исследования и дать индекс по универсальной десятичной классификации (УДК).

Рукопись статьи представляется **только в электронном виде**. Загрузка первого варианта рукописи возможна через специальную форму на сайте издательства ИКЦ “Академкнига”: <https://publish.sciencejournals.ru/login>. Также рукопись статьи может представляться по электронной почте на адрес редакции dannaukiozemle@yandex.ru. **Бумажный вариант рукописи представлять в редакцию не нужно.**

Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что она принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст автор должен вернуть с ответом на все замечания.

“ДАН. Науки о Земле” публикуют рукописи, занимающие **не более 1/2 авторского листа** (20 000 знаков).

В этот объем входят текст, таблицы, библиография (не больше **20 источников**) и рисунки. Повторение одних и тех же данных в тексте, таблицах и графиках недопустимо. Рисунки должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей. Рисунки можно публиковать в **цветном** виде.

На любой материал (фрагменты текста, таблицы, рисунки, схемы, графика, фотографии и прочее), который автор заимствует из других работ должно быть получено соответствующее разрешение от правообладателя материала, которое автор должен приложить к рукописи, направляемой на рассмотрение в редакцию. Более подробно с усло-

виями оформления прав на заимствованные материалы можно ознакомиться на сайте издателя журнала в разделе “Авторам”.

Отсутствие необходимых разрешений на заимствованные материалы, оформленных надлежащим образом, влечет отказ в принятии статьи к рассмотрению.

Для более полного описания исследования, к статье могут прилагаться **дополнительные материалы** (аудио- и видеофайлы, презентации, дополнительные таблицы и рисунки и пр.) при условии, если автор является правообладателем прилагаемых материалов, и автором ранее не были переданы авторские права на их использование иным (кроме издателя) лицам, либо автор имеет письменное разрешение правообладателя на их использование в целях опубликования и распространения в журнале. Дополнительные материалы публикуются только в электронной версии на сайте <https://link.springer.com/> (для англоязычных журналов) и <https://elibrary.ru> (для русскоязычных журналов).

В состав материалов рукописи должны входить следующие файлы:

1. Текст статьи в формате .doc с аннотацией, ключевыми словами, со списком литературы, подписями к рисункам, таблицами, а также переведенные на английский язык: заголовок статьи, ФИО авторов, кем представлена (если требуется), аффилиации, аннотация и ключевые слов. Технические требования к текстовой части статей приведены здесь: <https://www.pleiades.online/ru/authors/guidelines/prepare-electronic-version/text/> (на русском языке).

<https://www.pleiades.online/en/authors/guidelines/prepare-electronic-version/text/> (на английском языке).

2. Отдельные файлы с иллюстрациями (jpg, tif). Технические требования к иллюстрациям приведены здесь:

<https://www.pleiades.online/ru/authors/guidelines/prepare-electronic-version/images/> (на русском языке).

<https://www.pleiades.online/en/authors/guidelines/prepare-electronic-version/images/> (на английском языке).

3. Также желателен общий Word-файл, содержащий п.п. 1–2. Это ускорит процесс прохождения рукописи.

4. Желательно приложить список на английском языке: имен собственных, малоизвестных географических названий и региональных терминов (свит, комплексов и пр.), а также терминов, впервые предлагаемых в статье, названий редких пород и минералов.

5. Отдельным файлом следует выслать данные о всех авторах — учреждения, в котором выполне-

но исследование, фамилии, имена и отчества, номера телефонов (служебный, домашний, мобильный) и e-mail каждого соавтора.

6. Необходимо также указать лицо, с которым редакция будет вести переговоры и переписку.

СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Вместе с рукописью в редакцию высылаются отсканированные варианты следующих сопроводительных документов:

— экспертное заключение о возможности опубликования;

— лицензионный договор для русской версии, подписанный всеми авторами (<https://www.sciencejournals.ru/submit-manuscript/danzem/>);

— договор о передаче авторских прав для английской версии <http://pleiadesonline.com/ru/authors/agreement/>, подписанный всеми авторами, с приложением копий разрешений на использование заимствованных материалов;

— Для того, чтобы разобраться с полученными разрешениями, редакция и издатель просят авторов составлять и прилагать к рукописи опись, в которой для каждого рисунка или другого заимствованного фрагмента будет указано:

— Описание фрагмента (например, Fig. 34)

— Источник (ссылка на список литературы)

— Правообладатель (автор, издатель, ...)

— Источник заимствования (откуда известно, что право использования принадлежит правообладателю) на языке оригинала.

Если к статье будут приложены дополнительные материалы, то следует также заполнить договор, расположенный на сайте <https://www.pleiades.online/ru/authors/guidelines/prepare-electronic-version/supplementary-materials/>

Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть набраны и вписаны крупно и четко. Нумерованные формулы обязательно оформляются на отдельной строке, номер формулы ставится у правого края.

Следует избегать значков типа ~ (волна), ° (кружок), ^ (крышки), — (черта) над и под буквами.

При выборе единиц измерения рекомендуется придерживаться международной системы единиц СИ.

Транскрипция географических названий должна соответствовать атласу последнего года издания.

Ссылки в тексте на цитируемую (используемую) литературу и/или ее отдельные части (заимствованные материалы) даются в квадратных скобках, например [1].

Для книг: фамилия и инициалы автора, полное название книги, место издания, издательство, год

издания, том или выпуск и общее количество страниц.

Для периодических изданий: фамилия и инициалы автора, название статьи, название журнала, год издания, том, номер, первая и последняя страницы статьи.

Ссылки на книги, переведенные на русский язык должны сопровождаться ссылками на оригинальные издания с указанием выходных данных.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ

Все текстовые файлы должны быть подготовлены в формате Microsoft Word, шрифт TimesNewRoman 12, межстрочный интервал — 1.5. Абзацный отступ — 1.25.

ГЕОЛОГИЯ

УДК 553.46

ФРАГМЕНТ РАННЕКЕМБРИЙСКОГО ОФИОЛИТОВОГО РАЗРЕЗА В СТРУКТУРЕ СЕВЕРО-БАЛХАШСКОЙ ЗОНЫ

© 2021 г. Академик РАН К. Е. Дегтярев^{1,*}, А. С. Якубчук², М. В. Луцицкая¹, А. А. Третьяков²

Поступило 28.11.2019 г.

После доработки

Принято к публикации

¹ Геологический институт Российской Академии наук, Москва, Россия

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

*E-mail: ir@mail.ru

Аннотация. Аннотация размещается в свободном доступе в электронных базах поиска и индексирования. Она должна быть информативной, описывать методы и главные результаты исследования и не должна содержать ссылок на другие работы. Из аннотации должно быть ясно, какие вопросы поставлены для исследования и какие ответы на них получены.

Ключевые слова: или сочетания (не более 10).

DOI:

Текст статьи....

Источник финансирования. Исследования выполнены за счет средств Российского научного фонда, проект № 00101.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулин А.А., Паталаха Е.И. (ред.) Офиолиты. (Итмурунды-Казыкская и Чарская зоны). Алма-Ата: Наука КазССР, 1981. 180 с.

2. Мамедов В.И., Чаусов А.А., Макарова М.А. О возможности механогенно-осадочного образования бокситов высокого качества // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2020. № 2. С. 80–88.

3. Taylor G., Eggleton R.A. Genesis of pisoliths and of the Weipa Bauxite deposit, northern Australia // Australian Journal of Earth Sciences. 2008. № 55. P. 87–103.

AGE AND STRUCTURE OF A FRAGMENT OF THE EARLY CAMBRIAN OPHIOLITE SEQUENCE FROM THE NORTH BALKHASH ZONE

© 2021 г. Academician of the RAS K. E. Degtyarev^{a,*}, A. S. Yakubchuk^b,
M. V. Luchitskaya^a, A. A. Tretyakov^b

^aGeological institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

^bLomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

*E-mail: ir@mail.ru

Abstract. The abstract is freely available in electronic search and indexing databases. It should be informative, describe the methods and main results of the research, and should not contain links to other works. It should be clear from the abstract what questions are put for research and what answers to them are received.

Keywords: or combinations (no more than 10).