

**Г.С. Дьякова, А.Д. Патрушева, О.В. Останин**

Алтайский государственный университет, г. Барнаул (Россия)

**ГЛЯЦИАЛЬНО-МЕРЗЛОТНЫЕ КАМЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
КУРАЙСКОГО ХРЕБТА (РЕСПУБЛИКА АЛТАЙ)**

*Аннотация.* Рассматривается география распространения гляциально-мерзлотных каменных образований Курайского хребта. На основе дешифрирования космических снимков и изображений было выявлено и классифицировано 528 гляциально-мерзлотных каменных образований. Выявленные образования различных типов распространены в интервале высот от 1650 до 3000 м над уровнем моря. В ГИС создан их каталог, включающий информацию о координатах расположения, высоте над уровнем моря, экспозиции, типе, форме в плане и других характеристиках, описывающих исследуемые образования. Анализ экспозиционной приуроченности изученных образований показал, что на различных высотных уровнях гляциально-мерзлотные каменные образования тяготеют к склонам различных экспозиций. Интерес к данным объектам вызван тем фактом, что они представляют собой неучтенные запасы пресной воды.

*Ключевые слова:* гляциально-мерзлотные каменные образования, каменные глетчеры, каменные потоки, Курайский хребет, Алтай.

**G.S. Dyakova, A.D. Patrusheva, O.V. Ostanin**

Altai State University, Barnaul (Russia)

**GLACIAL-PERMAFROST ROCK FORMATIONS OF THE KURAY RANGE  
(REPUBLIC OF ALTAI)**

*Abstract.* The geography of distribution of glacial-permafrost rock formations of the Kurai Range is considered. Based on the interpretation of space images, 528 glacial-permafrost rock formations were identified and classified. The identified formations of various types are distributed in the range of heights from 1650 to 3000 m above sea level. In the GIS created a catalog of them, including information about the coordinates of the location, height above sea level, exposure, type, shape in plan and other characteristics describing the studied formations. The analysis of the exposure confinement of the studied formations showed that at different altitude levels, glacial-permafrost rock formations are confined to the slopes of various exposures. The interest in these objects is due to the fact, that they represent unaccounted fresh water reserves.

*Keywords:* glacial-permafrost rock formations, rock glaciers, rock streams, Kurai Ridge, Altai.

**Введение**

В последние годы на Алтае наблюдается устойчивая тенденция деградации ледников, которые являются регуляторами гидрологического режима рек на обширных прилегающих

территориях. Это вызывает беспокойство большинства ученых, так как очевидно может привести к уменьшению водозапаса и, как следствие, аридизации территории [6]. Но запасы льда содержатся не только в ледниках: на Алтае широко распространена многолетняя мерзлота, а также гляциально-мерзлотные каменные образования. Данные образования содержат достаточно большое количество льда, но гораздо менее подвержены климатическим изменениям, нежели классические ледники.

Различные типы гляциально-мерзлотных каменных образований (далее ГМКО) могут содержать в себе от 30 до 60% (от своего объема) льда. В целом на территории Алтая в настоящее время выявлено более 5000 ГМКО. Территория Курайского хребта – одно из тех мест, где работа по инвентаризации ГМКО проводилась не на всей территории (ключевые участки в бассейне р. Чуя).

### **Терминология и классификация**

Гляциально-мерзлотные каменные образования представляют собой скопление сцементированного льдом грубообломочного материала в горах, по форме напоминающее ледники, и обладающее способностью к самостоятельному движению.

Под термином каменные ледники мы понимаем тип ГМКО, которые имеют непосредственную связь с современным оледенением. Вторым основным типом ГМКО являются каменные потоки [1; 3-5]. Данные образования не связаны с оледенением и представляют собой исключительно мерзлотные образования (присклоновые, перигляциальные). Обломочный материал таких объектов имеет преимущественно лавинно-осыпное и обвальное происхождение, а лёд образуется в результате замерзания в каменной толще талых и дождевых вод и попадания в неё снега. Как правило, они формируются на склонах горных долин, иногда в древнеледниковых цирках и карах в результате преобразования осыпей и обвалов под влиянием мерзлотных деформаций. Языки каменных потоков спускаются в днища долин, где обычно расширяются. Эти объекты принципиально отличаются от каменных глетчеров по строению и способу питания, но могут иметь сходные черты в своём развитии.

Предыдущие наши исследования ГМКО на Алтае [1-2; 7; и др.] подтверждают корректность использования данной классификации.

### **Территория исследования**

Территория исследования охватывает Курайский хребет и его отроги. Курайский хребет – горный хребет в Восточном Алтае (Кош-Агачский район, Республика Алтай), водораздел рек Башкаус и Чуя (рис. 1). Протяжённость хребта около 140 км, средние высоты составляют 2500-2800 м, высшая точка – 3446 м (вершина Верховье Ортолыка). На юге хребет граничит с Чуйской и Курайской степью. На востоке – примыкает к хребту Чихачёва, с запада – отделён от Айгулакского хребта долиной реки Чибит. Характерными особенностями данного хребта является субширотная ориентация, четкое выделение северного и южного макросклонов, при том, что южный – менее расчлененный, более короткий, а на севере – глубокие крутосклонные троговые долины. Сложен метаморфическими породами. На южном склоне выходят континентальные рыхлые осадки палеогена и неогена. Северный склон ниже гольцовой зоны покрыт субальпийскими лугами и лиственничными лесами, южный – степной растительностью [8].



## Методы исследования

При составлении карты расположения ГМКО (рис. 2) их идентификация производилась способом визуального дешифрирования данных дистанционного зондирования, гляцио-геоморфологического анализа, а также с использованием ранее полученных полевых данных. Основными морфологическими признаками гляциально-мерзлотных каменных образований являются: подковообразная выпуклая натечная форма в плане, фронтальный уступ, заканчивающийся осыпным шлейфом, напорные и ударные валы у его основания, натечные ступени, придающие характерный ложбинно-грядовый рельеф, наличие во фронтальной их части множества ручьев и ключей. При описании гляциально-мерзлотных каменных образований выявлялись следующие параметры: местоположение, высота расположения фронтов, экспозиция.

Основой данной карты послужили: космические снимки LANDSAT (пространственное разрешение 28 и 14 м/пикселе), данные с более высоким пространственным разрешением (5-2,5 м/пикселе), полученные с помощью on-line картографических сервисов Yandex, Bing-Maps и GoogleEarth, а также материалы более ранних полевых исследований (2003-2019 гг.). Космические снимки использовались разновременные и разносезонные. Это позволило контролировать правильность выделения ГМКО из-за разного отображения растительности, освещенности склонов на космических снимках, а также геоморфологической выраженности этих объектов на осенних и весенних снимках, за счет их «текстурирования» снежным покровом (ранним и «остаточным»).

## Результаты исследований

Всего на Курайском хребте было выделено 528 гляциально-мерзлотных каменных образований. Из них 40,9% располагается на северном макросклоне и 59,1% – на южном.

Величина уклонов поверхности на территории исследования весьма значительна (до 68°); в местах расположения ГМКО их значение варьирует в широких пределах от 3 до 40° и в среднем составляет 12°.

Гляциально-мерзлотные каменные образования на Курайском хребте лежат в интервале высот от 1650 до 3000 м над ур. м. (рис. 3). С высотой их количество закономерно увеличивается до интервала 2400-2600 м над ур. м. (включительно). В этом высотном интервале насчитывается максимальное их количество – 169 ГМКО (32%). Выше, на отметках 2600-2800 и 2800-3000 м над ур. м. количество ГМКО уменьшается (25,4% и 7,8% соответственно). В целом, наибольшее количество ГМКО располагается в интервале высот 2200-2800 м над ур. м. – 78,6% ГМКО Курайского хребта; наименьшее количество ниже 2000 м над ур. м. – 4,5%; примерно одинаковое количество располагается в интервалах 2000-2200 и 2800-3000 м над ур. м (9,1% и 7,8%).

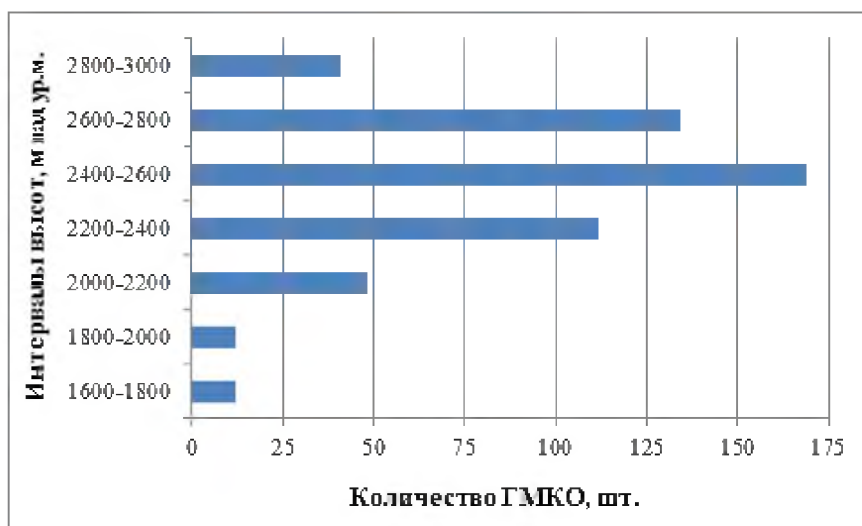


Рис. 3. Высотные пределы распространения ГМКО на Курайском хребте

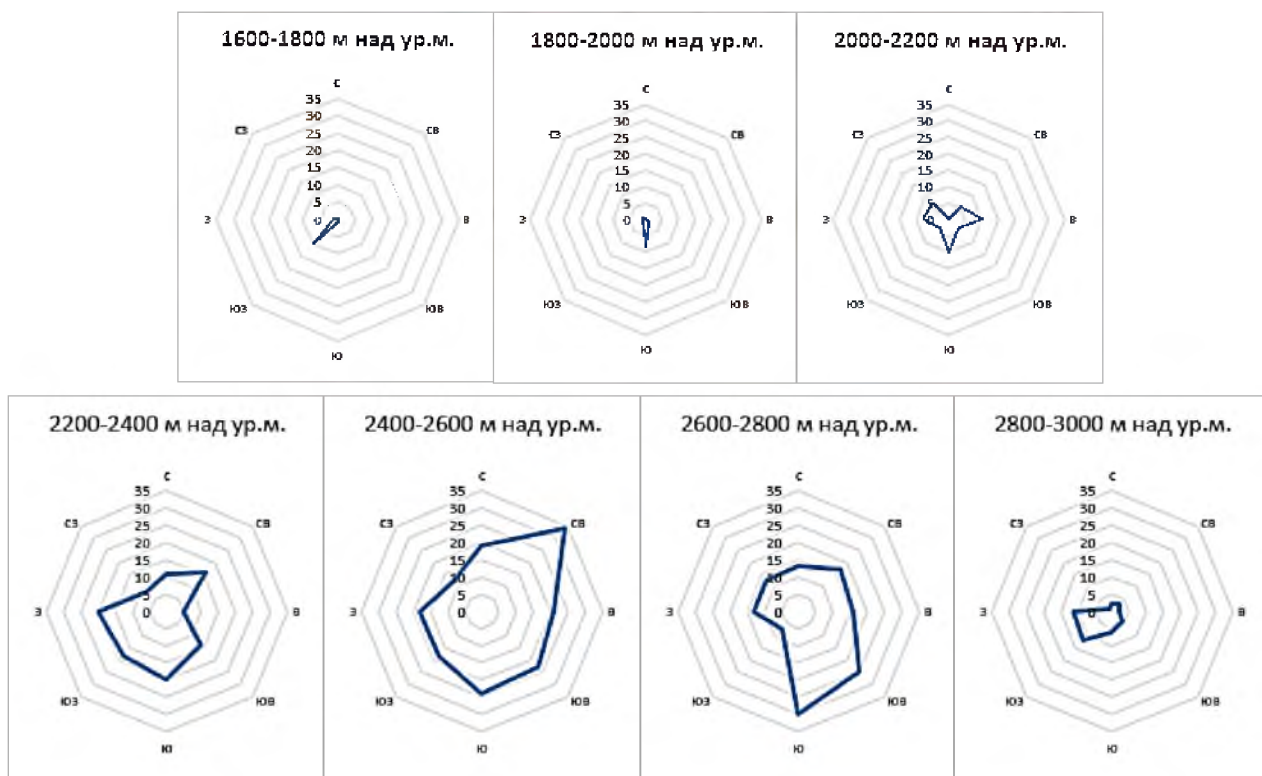


Рис. 4. Экспозиционная приуроченность ГМКО на разных высотных уровнях, в шт.

В нижних высотных пределах (1600-2200 м. над ур. м.) ГМКО преимущественно располагаются на склонах южной экспозиции (рис. 4). В интервале высот 2200-2600 м над ур. м. ГМКО преобладают на склонах северо-восточных, южных, юго-восточных и западных экспозиций. На высотах 2600-2800 м над ур. м. ГМКО тяготеют к южным и юго-восточным склонам, а выше 2800 м над ур. м. – к юго-западным и западным.

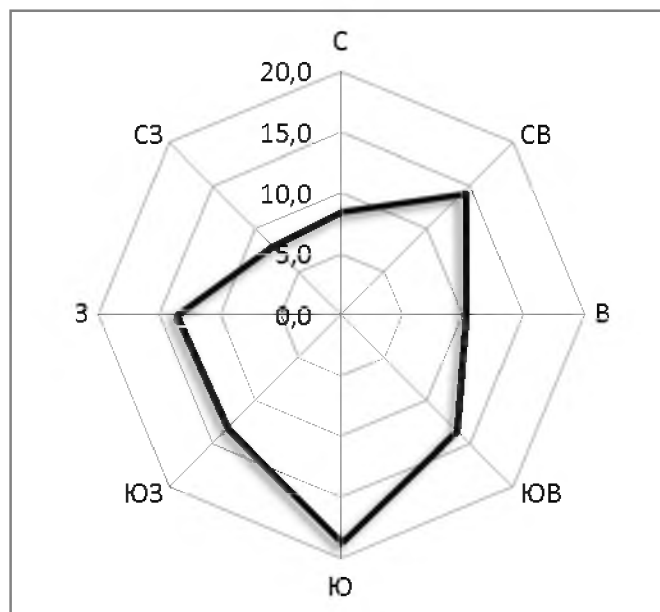


Рис. 5. Экспозиционная приуроченность ГМКО Курайского хребта, в %

Экспозиционная приуроченность ГМКО на территории исследования в целом – маловыразительна (рис. 5). Объекты сравнительно равномерно распространены по склонам различных экспозиций. Несколько большее их количество относится к склонам южной, северо-

ро-восточной, западной, юго-восточной и юго-западной экспозиций (18,8%, 14,2%, 13,6%, 13,4% и 13,3% соответственно). Меньшее их количество отмечается на склонах северо-западной и северной экспозиций (8,0% и 8,5%).

Характерной особенностью Курайского хребта является значительное (в сравнении с хребтами Центрального Алтая) количество реликтовых и неактивных ГМКО. Количество реликтовых ГМКО составляет около 7% от общего числа объектов, и они преимущественно сосредоточены в юго-восточной части хребта. В целом, количество неактивных и реликтовых форм увеличивается с запада на восток. Это обусловлено, главным образом, аридизацией территории.

### **Заключение**

Гляциально-мерзлотные каменные образования являются одним из компонентов высокогорных геосистем, которые могут со временем стать стратегическими с точки зрения запасов пресной воды. В последние годы, в связи с развитием дистанционных и геоинформационных технологий стало активно развиваться их картографирование и каталогизация. Курайский хребет не является исключением по широкому распространению ГМКО, тем самым являясь еще одним из центров их концентрации. В данной работе показан пример создания обзорной карты расположения такого рода объектов, и выявления условий их образования.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Дьякова Г.С., Останин О.В. Гляциально-мерзлотные каменные образования бассейна р. Чуя (Горный Алтай): монография. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014. – 152 с.
2. Дьякова Г.С., Останин О.В. Гляциально-мерзлотные каменные образования Алтая: Южно-Чуйский хребет // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2015. – Вып. 19. – С. 56-62.
3. Останин О.В., Михайлов Н.Н. Современные изменения высокогорных геосистем (на примере Центрального и Юго-Восточного Алтая): монография. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. – 171 с.
4. Останин О.В., Дьякова Г.С. Гляциально-мерзлотные каменные образования Центрального Алтая // Известия АлтГУ. – 2013. – Вып. 3. – Т. 2 (79). – С. 167-170.
5. Останин О.В., Дьякова Г.С. Морфодинамическая классификация каменных глетчеров Алтая // География и природопользование Сибири. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013. – Вып. 16. – С. 144-124.
6. Ротанова И.Н., Харламова Н.Ф., Останин О.В. Изменения климата Алтая за период инструментальных исследований // Известия АлтГУ. – 2012. – Вып. 3. – Т. 2 (75). – С. 105-109.
7. Патрушева А.Д., Дьякова Г.С. Гляциально-мерзлотные каменные образования части бассейна реки Чулышман // Труды молодых ученых Алтайского государственного университета. – 2020. – № 17. – С. 33-36.
8. Энциклопедический словарь. География России / Гл. ред. А.П. Горкин. – М.: научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 1998. – 800 с.

### **REFERENCES**

1. Dyakova G.S., Ostanin O.V. *Glyatsial'no-merzlotnye kamennye obrazovaniya basseina r. Chuya (Gornyi Altai)* [Glacial-permafrost rock formations of the Chuya river basin (Mountain Altai)]. Barnaul, Publishing house Altai State University, 2014. 152 p.
2. Dyakova G.S., Ostanin O.V. *Glyatsial'no-merzlotnye kamennye obrazovaniya Altaya: Yuzhno-Chuiskii khrebet* [Glacial-permafrost rock formations of Altai: South Chuiskiy ridge]. *Ge-*

*ogeografiya i prirodopol'zovanie Sibiri* [Geography and Nature Management of Siberia]. Barnaul, Publishing house Altai State University, 2015. Issue 19. pp. 56-62.

3. Ostanin O.V., Mikhailov N.N. *Sovremennye izmeneniya vysokogornnykh geosistem (na primere Tsentral'nogo i Yugo-Vostochnogo Altaya)* [Modern changes in high-mountain geosystems (on the example of Central and South-Eastern Altai)]. Barnaul, Publishing house Altai State University, 2013. 171 p.

4. Ostanin O.V., Dyakova G.S. Glyatsial'no-merzlotnye kamennye obrazovaniya Tsentral'nogo Altaya [Glacial-permafrost rock formations of Central Altai]. *Izvestia AltSU*, 2013, issue 3, vol. 2 (79), pp. 167-170.

5. Ostanin O.V., Dyakova G.S. Morfodinamicheskaya klassifikatsiya kamennykh gletcherov Altaya [Morphodynamic classification of rock glaciers of Altai]. *Geografiya i prirodopol'zovanie Sibiri* [Geography and Nature Management of Siberia]. Barnaul, Publishing house Altai State University, 2013. Issue 16. pp. 144-124.

6. Rotanova I.N., Kharlamova N.F., Ostanin O.V. Climate changes in Altai over the period of instrumental research. *Izvestia AltSU*, 2012, issue 3, vol. 2 (75), pp. 105-109.

7. Patrusheva A.D., Dyakova G.S. Glyatsial'no-merzlotnye kamennye obrazovaniya chasti basseina reki Chulyshman [Glacial-permafrost rock formations of a part of the Chulyshman river basin]. *Trudy molodykh uchenykh Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2020, no. 17, pp. 33-36.

8. *Entsiklopedicheskii slovar'. Geografiya Rossii* [Encyclopedic Dictionary. Geography of Russia]. Chief Editor A.P. Gorkin. Moscow, Scientific publishing house "Great Russian Encyclopedia", 1998. 800 p.

#### **Информация об авторах:**

Дьякова Галина Сергеевна, старший преподаватель, Алтайский государственный университет, 656049, г. Барнаул, просп. Ленина, 61. E-mail: [galinabarnaul@mail.ru](mailto:galinabarnaul@mail.ru)

Galina S. Dyakova, Senior Lecturer, Altai State University, 61, Lenin avenue, Barnaul, 656049, Russia. E-mail: [galinabarnaul@mail.ru](mailto:galinabarnaul@mail.ru)

Патрушева Анастасия Дмитриевна, студент, Алтайский государственный университет, 656049, г. Барнаул, просп. Ленина, 61. E-mail: [anastasija\\_patrusheva@mail.ru](mailto:anastasija_patrusheva@mail.ru)

Anastasia D. Patrusheva, student, Altai State University, 61, Lenin avenue, Barnaul, 656049, Russia. E-mail: [anastasija\\_patrusheva@mail.ru](mailto:anastasija_patrusheva@mail.ru)

Останин Олег Васильевич, кандидат географических наук, зав. кафедрой физической географии и геоинформационных систем, Алтайский государственный университет, 656049, г. Барнаул, просп. Ленина, 61. E-mail: [ostanin\\_oleg@mail.ru](mailto:ostanin_oleg@mail.ru)

Oleg V. Ostanin, Ph.D., Head of the Department of Physical Geography and Geographic Information Systems, Altai State University, 61, Lenin avenue, Barnaul, 656049, Russia. E-mail: [ostanin\\_oleg@mail.ru](mailto:ostanin_oleg@mail.ru)