

А.Д. КИТОВ

Урёл-Амутис и Акули – «новы́е» ледники Прибайкалья

Оледенение, влияя на уровень Мирового океана, во многом определяет существование на Земле живых организмов, в том числе человека: чем больше покрывают льды поверхность планеты, тем сильнее отступает океан. Конечно, все это в большей мере относится к огромным ледниковым массивам, таким как антарктические. Но и горные ледники могут влиять на жизнь регионов и целых народов, обеспечивая их пресной водой. И хотя роль малых горных ледников, таких как восточно-сибирские, в этом смысле незначительна, они представляют огромный интерес для ученых в качестве природных индикаторов изменений климата



КИТОВ Александр Данилович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории теоретической географии Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН (Иркутск). Автор и соавтор 147 научных работ

Урёл-Амутис – самый крупный ледник Баргузинского хребта. Сползая вниз, более массивная часть ледника образует глубокую трещину – бергшрунд – один из главных признаков ледника

Ключевые слова: Баргузинский хребет, нивально-гляциальные образования, ледники, снежники.
Key words: Barguzinsky Ridge, nival-glacial formations, glaciers, snowfields



Мунку-Сардык – высочайшая (3491 м) вершина Восточных Саян с современным оледенением

Климат Земли постоянно меняется, в результате чего она с периодичностью около 100 тыс. лет переживает эпоху оледенения (Барри, 2006). Согласно результатам глубинного бурения донных осадков оз. Байкал за последние 750 тыс. лет межледниковые периоды сокращаются, а ледниковые – увеличиваются (Кузьмин, 2005). Не исключено, что и наблюдаемое сегодня потепление в скором будущем сменится похолоданием.

Тенденции изменения современного климата можно проследить по поведению ледников – «наследству» прошлых ледниковых эпох. В этом смысле особый интерес представляют небольшие ледники, которые обладают меньшей инерционностью.

Большие и малые ледники были обнаружены во всех частях света, включая Австралию и Африку. Что же касается Восточной Сибири, то, по мнению известного климатолога А. И. Воейкова, высказанному им в конце XIX в., ледники не могли существовать в условиях мощного сибирского антициклона, когда атмосферные осадки, и так небольшие, выпадают преимущественно в жаркий летний сезон года. Кроме того, сохранению и образованию ледников должна препятствовать



Ледник Перетолчина – самый крупный ледник Мунку-Сардык, был назван в честь географа С. П. Перетолчина, одного из первых исследователей восточно-сибирских ледников. В 1900 г. он установил на высоте 2860 м так называемый минимальный термометр и в течение семи лет фиксировал минимальную годовую температуру. В 2006 г. термометр был найден иркутскими географами и с тех пор используется на леднике по назначению

и относительно небольшая высота местных гор, которая на 1300–1500 м не «дотягивает» до нижней границы хионосферы – части тропосферы, где при соприкосновении с земной поверхностью возможно зарождение и существование снежников и ледников. Нижний уровень хионосферы совпадает с климатической снеговой границей, где число дней в году со снежным покровом достигает 365, т. е. снег лежит весь год.

Необычный красноватый цвет этого ледового «потока» на леднике Перетолчина объясняется присутствием водорослей



Чтобы лед сохранялся круглогодично, требуется постоянная температура не выше 0 °С. С ростом высоты над поверхностью Земли температура понижается: в тропосфере каждые 100 м температура падает на 0,65 °С и достигает -73 °С к верхней границе 12 тыс. м (далее начинается стратосфера, где температура повышается до 0 °С). Нижняя часть тропосферы (от 3—10 км) называется хионосферой (от греч. «хионос» – снег), и в этой зоне температура всегда отрицательная. Там, где дно хионосферы касается Земли, лежит лед или вечный снег. Такое наблюдается в горах, которые «протыкают хионосферу». Эту линию касания хионосферы Земли называют «линией 365», или теоретической (климатической) снеговой линией. Самый высокий нижний уровень хионосферы – над Андами и в Тибете (6500 м), над экватором он равен 4400 м, а к полюсам понижается до 200—300 м в Арктике и до уровня моря – в Антарктике

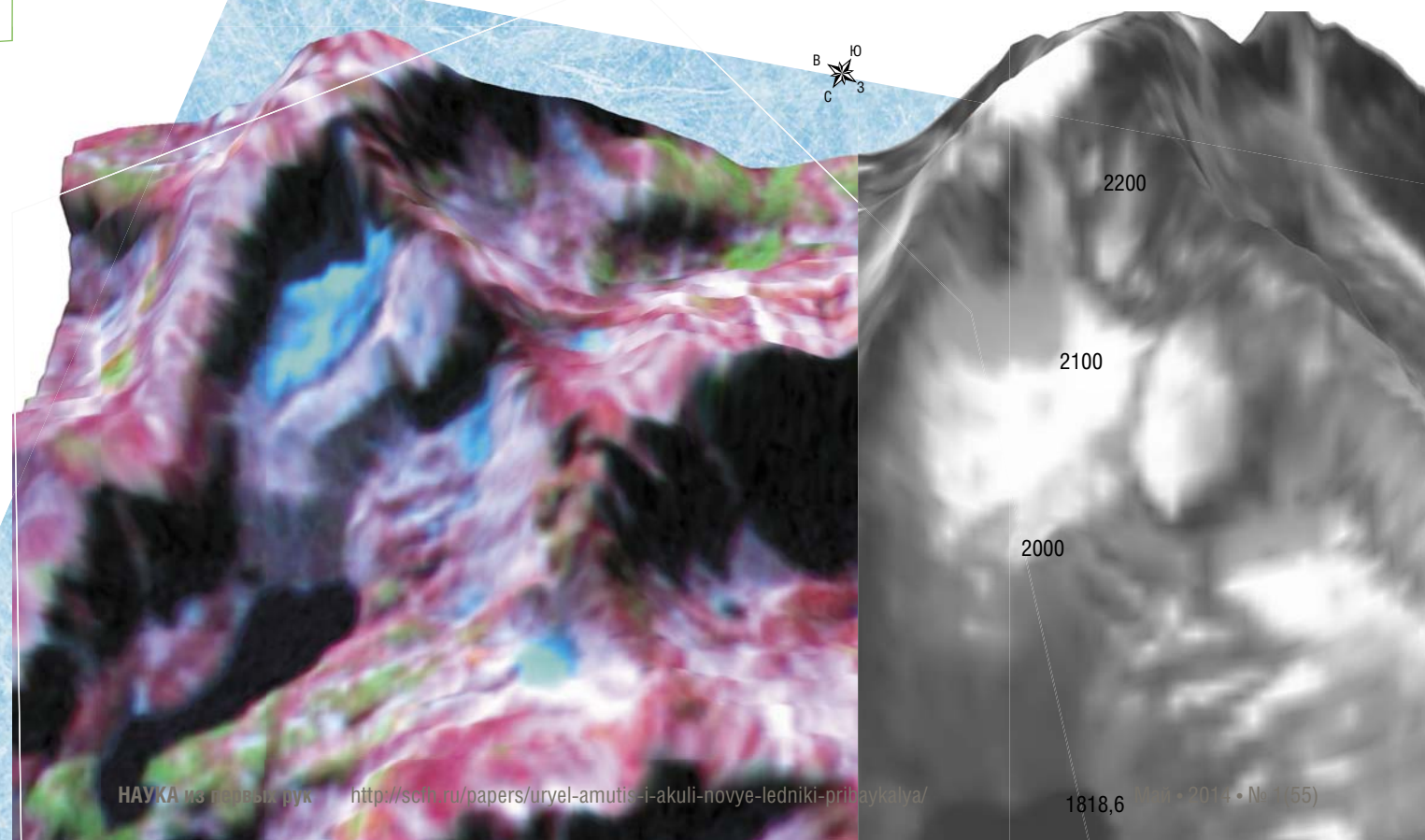
Первый фотоснимок оледенения на Баргузинском хребте был сделан 30 июля 1985 г. А. А. Кошелевым (слева). Спустя семь десятилетий этот же ледник, названный Урёл-Амутис, был сфотографирован с той же позиции во время экспедиции 2013 г. (справа)

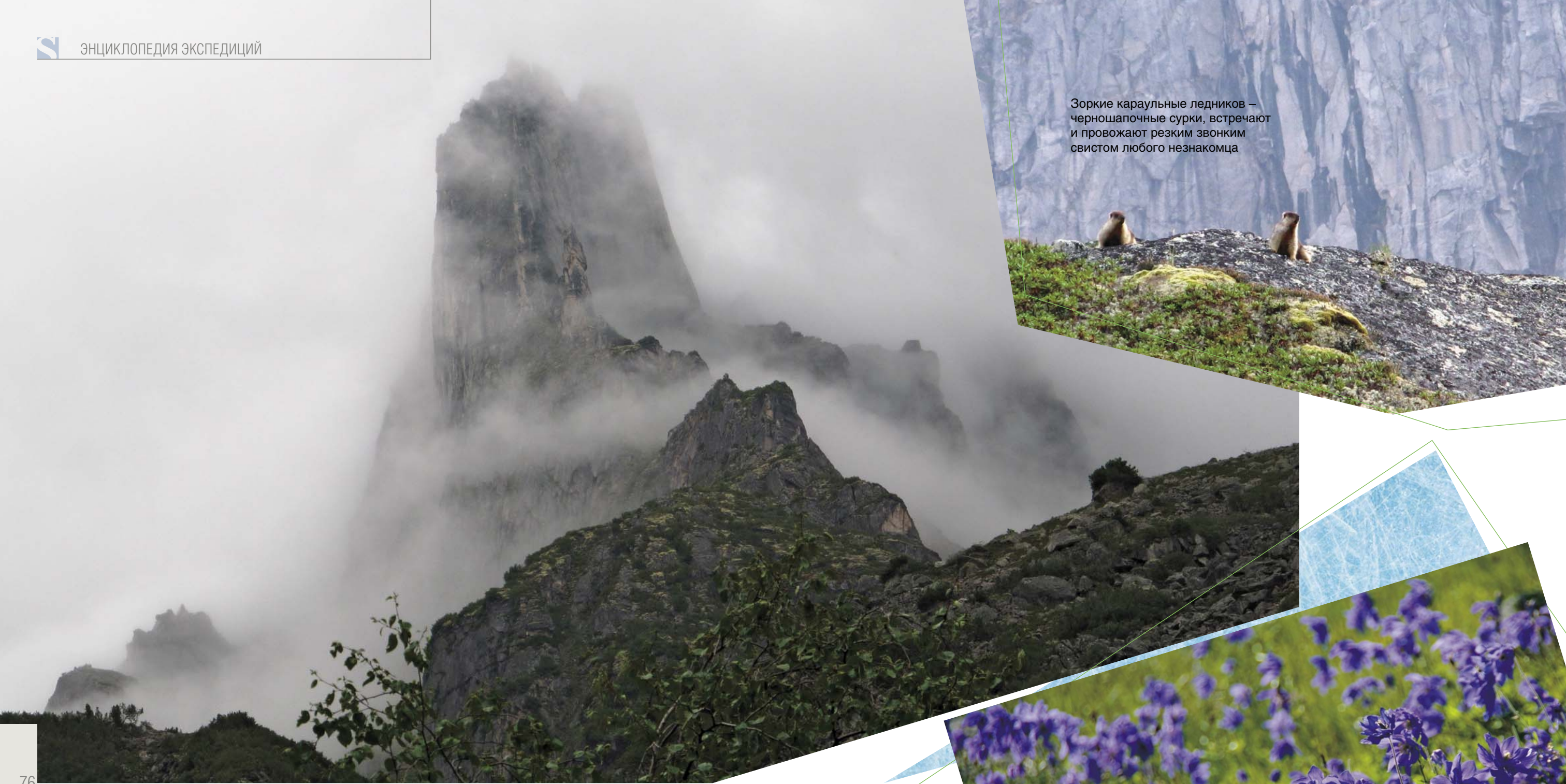
Теория Воейкова, которую в 1938 г. поддержал выдающийся географ Л. С. Берг, господствовала до середины XX в., несмотря на открытие на рубеже веков ледников Перетолчина и Радде в Восточных Саянах. И только открытие физико-географом В. С. Преображенским в 1958 г. ледников на хребте Кодар в Центральном Забайкалье окончательно развеяло этот миф и доказало, что благодаря особенности местных климатических условий и запасу холода ледники могут «жить» и ниже уровня «365» (Поповнин, 2006).

По последним данным, в Восточной Сибири имеется три горных массива с современным оледенением: это уже упомянутый хребет Кодар, Восточные Саяны (хребты Мунку-Сардык, Окинский и Саянские

К снежно-ледовым образованиям принято относить наледи, снежники, каменные глетчеры и ледники. Наледи имеют несколько иную природу образования и стоят особняком. А вот снежники, каменные глетчеры и ледники имеют своеобразную генетическую связь (Коваленко, 2011). Все эти образования имеют свою классификацию, основанную на различных критериях. Так, по времени «жизни» снежники могут быть многолетними, перелетками и сезонными; ледники по типу функционирования и местоположению делятся на пульсирующие, долинные, каровые, висячие, покровные, горные и т. п. Если снежник чаще всего представляет собой фазу, предшествующую леднику (до тех пор, пока он не выработал ложе (кар) в склоне хребта, не спрессовался в лед и не начал течь), то каменные глетчеры – его завершающая фаза, представляющая собой смесь камней и льда, которая продолжает вести себя как ледник и не имеет явно выраженной зоны питания

Благодаря современным методам ГИС-анализа, географы смогли заранее рассмотреть все детали строения ледника Урёл-Амутис. Сначала с помощью радарного спутника были получены изолинии высот (вверху, на фоне космоснимка WorldView-1), по которым построили цифровую модель рельефа с использованием космоснимков Landsat-ETM (внизу слева) и WorldView-1 (внизу справа)





Зоркие караульные ледников – черношапочные сурки, встречают и провожают резким звонким свистом любого незнакомца



белки) и Северное Прибайкалье (Байкальский и Баргузинский хребты). При этом ледники Прибайкалья до недавних пор не были зарегистрированы в соответствующих каталогах, и даже сам факт их существования был спорным.

И все-таки они есть

Первые упоминания о ледниках на Баргузинском и Байкальском хребтах относятся ко времени начала строительства БАМа, за которым последовало активное освоение региона. В 1985 г. горное оледенение на Баргузине

Баргузинский хребет, занимающий более трети восточного побережья Байкала – самый мощный и высокий из хребтов, окружающих озеро. В высокогорной части находится множество пиков с острыми вершинами и труднодоступными крутыми склонами, такими как эта вершина Замок – страж перед выходом к горным ледникам

Суровую красоту скал подчеркивают горные луга, покрытые нежным голубым водосбором (агвилегией), который недаром называют «цветком эльфов»





Иркутские географы из Института географии им. Сочавы СО РАН проводят инструментальные и экспедиционные исследования районов современного оледенения в горных массивах, окружающих оз. Байкал. *Космоснимок МОДИС*

обнаружил и сфотографировал иркутский ученый-энергетик, заслуженный путешественник СССР А. А. Кошелев, однако и это не убедило географов. Бесспорные доказательства существования ледников на севере Прибайкалья удалось получить лишь в 2011–2013 гг. в ходе экспедиций на Баргузинский хребет, организованных сотрудниками Института географии им. В. Б. Сочавы СО РАН (Иркутск).

Подготовка к «ледниковым» экспедициям началась с тщательного изучения территории, причем не только по картам, но и по космоснимкам разного масштаба. В результате ученым удалось определить 187 мест предполагаемого оледенения. Однако большинство из них, как выяснилось впоследствии, являются не настоящими действующими ледниками, а их переходной формой – многолетними снежниками и каменными глетчерами.

В 2011 г. иркутской научной экспедиции удалось исследовать территорию от байкальской губы Хакусов, где расположен знаменитый природный курорт с горячими источниками, до истоков р. Томпуды – места, согласно топокартам, наиболее насыщенного ледниками (Кова-

ленко, Китов, 2011). Исследователи добрались до озер Урёл-Амутис, где им удалось сделать фотографическую съемку нижней части ледникового «языка», однако к самому леднику подобраться не удалось.

На следующий год географы двинулись более северным маршрутом, от с. Верхняя Заимка (Северо-Байкальский р-н Бурятии) по р. Верхняя Акули к ее истокам. Судя по старым топокартам, на вершине Акули-лимашки должен был располагаться самый большой ледник Баргузинского хребта.

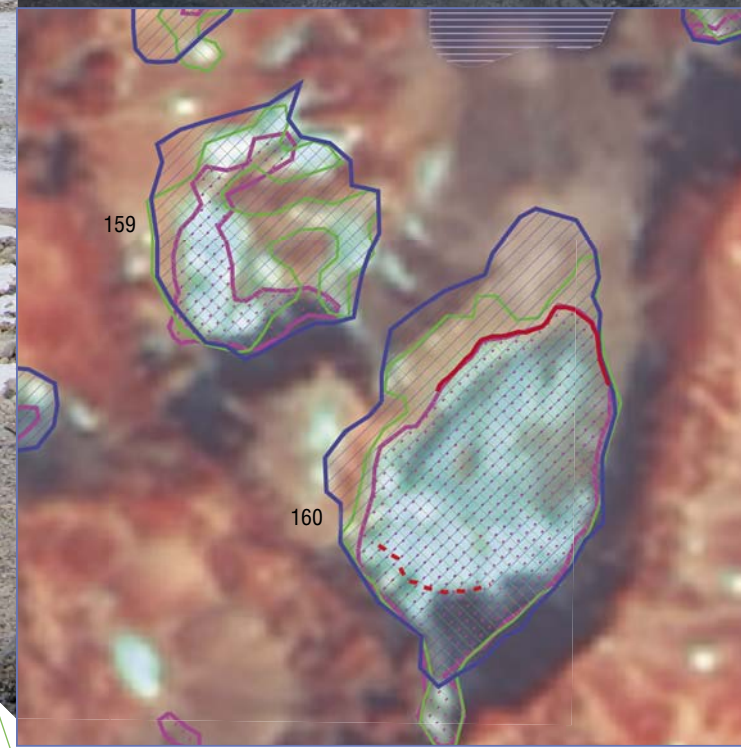
Оказалось, что этот некогда действительно крупный ледник к настоящему времени существенно деградировал и оказался значительно меньше, чем было указано на картах – всего 0,06 км². Такое расхождение с действительностью могло быть связано и с тем, что благодаря значительному похолоданию в 1950–1960-х гг. топографы приняли за продолжение основного ледника большие многолетние снежники. Ледник географы назвали Акули в честь протекающей по соседству речки.

Согласно экспедиционному плану, далее исследователи должны были пройти через плато с множеством озер, бывшим центром оледенения этой части хребта.





В первой экспедиции в 2011 г. из-за трудностей маршрута географам удалось достичь и сфотографировать только низ «языка» ледника Урёл-Амутис (слева). Сам ледник удалось «покорить» лишь через два года, в 2013 г. (справа)



- Границы открытого льда по данным топокарты 1960 г.
- Границы открытого льда по данным космоснимка «Landsat-5» 1992 г.
- Границы открытого льда по данным космоснимка «Landsat-7» 2010 г.

Этот космоснимок, на котором запечатлены баргузинские ледники Урёл-Амутис (160) и ледник 159, был сделан спутником «Landsat-8» 8 августа 2013 г., когда на Урёл-Амутисе работала экспедиция иркутских географов

Однако маршрут оказался чрезвычайно труднопроходимым, а погода – неблагоприятной. Поэтому географам пришлось закончить сезон: зима уже буквально «наступала на пятки», осыпая градом и запорашивая снегом вершины (Коваленко и др., 2012).

Самый большой ледник Баргузинского хребта «покорился» географам лишь в 2013 г., когда они подошли к нему с другой стороны и смогли подняться значительно выше, чем годом ранее. Там, в районе истоков рек Правая Фролиха и Тала Светлинская, при изучении снежно-ледовых образований и был обнаружен ледник площадью 0,14 км², названный Урёл-Амутис (Китов и др., 2013).

В ВЕК ВЫСОКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Работа географов не ограничивается находкой ледника и внесением данных о нем в соответствующие каталоги. Следующий шаг – определение инерционности процессов, которым подвержен ледник, и регулярные наблюдения за изменением его границ.

Эту работу в наше время значительно облегчают дистанционные средства наблюдения, позволяющие оперативно и с большой точностью получать количественные данные о таких труднодоступных и опасных объектах, как ледники. К этим приборам относятся наземные лазерные сканеры, GPS-приемники, а также радиолокационные спутниковые системы, с помощью которых можно с миллиметровой точностью строить цифровые модели рельефа и следить за изменениями поверхности ледника.

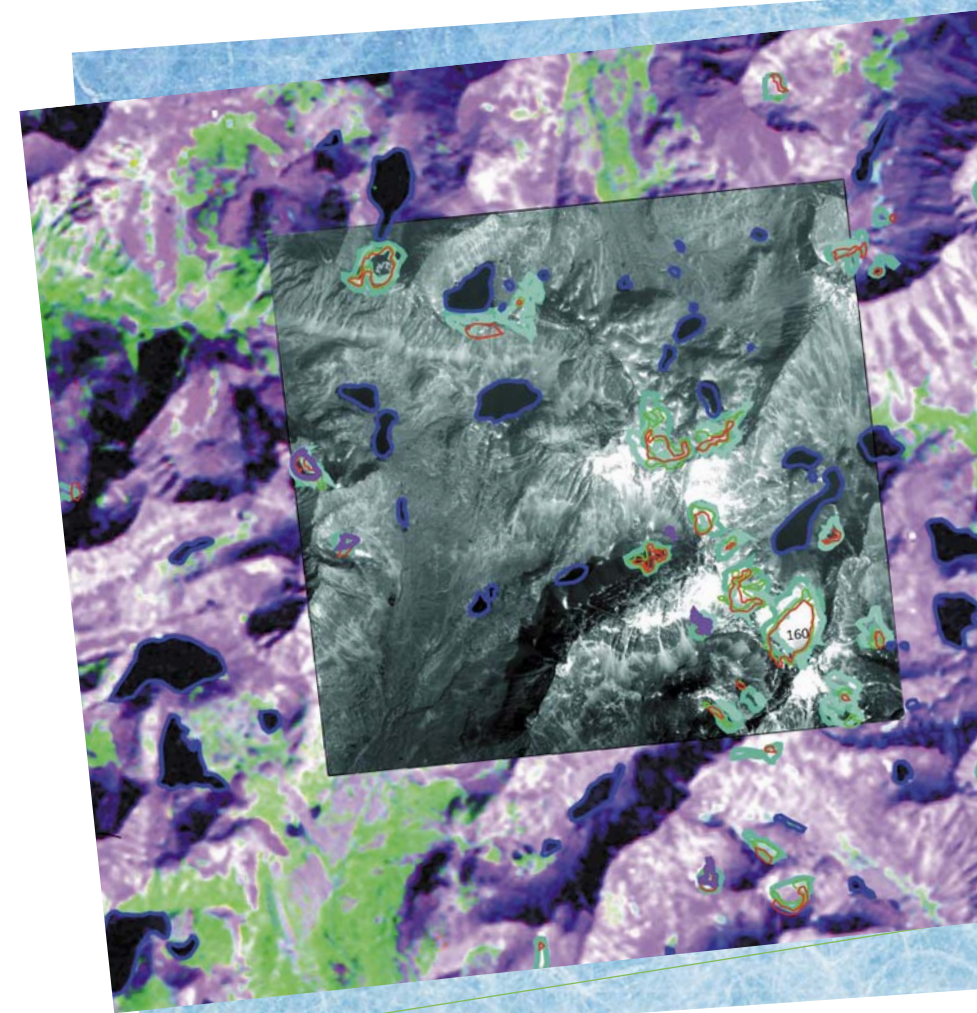
Данные со спутников позволяют отслеживать динамику ледников в любой точке планеты, однако эффективность таких систем существенно ограничивается облачностью. И здесь на помощь приходят беспилотные летательные аппараты, оснащенные сканерами. Георадары позволяют построить профили ледника и модель его подстилающей поверхности, а также вычислить объем (мощность) ледника, используя данные наземных сканеров. Во многих горных системах сейчас установлены автоматизированные метеостанции, которые через беспроводную связь оперативно передают данные, сохраняющиеся в соответствующих базах данных и доступных по сети Интернет



Команда первых исследователей ледника Урёл-Амутис: руководитель экспедиции А. Китов, аспиранты ИГ СО РАН И. Балязин, Е. Иванов и студент Восточно-Сибирской государственной академии образования Н. Филатов

Этот ствол дерева был обнаружен в морене ледника хребта Мунку-Сардык в Восточных Саянах. Древесный патриарх прожил 280 лет в период оптимума голоцена, т. е. около 7,5 тыс. лет назад, и был законсервирован обвалом. Это означает, что ледники там не могли сформироваться в более ранний период, поскольку климатические условия, необходимые для их существования, не позволяют развиваться такой растительности. Не исключено, что ледники Восточных Саян, скорее всего, «старше» баргузинских

Сравнительный анализ данных разных лет показывает, что за последние полвека ледники и другие снежно-ледовые образования на Баргузинском хребте заметно уменьшились в размерах, некоторые – вплоть до почти полного исчезновения. Контуры ледников наложены на космоснимок «Landsat-ETM» 2010 г. (пространственное разрешение 15 м) и «WorldView-1» 2008 г. (разрешение 0,5 м). Используются данные топокарты 1960-х гг. (голубой контур) и космоснимков «Landsat» (зеленый – 2009 г., красный – 2010 г.). Отмечены снежно-ледниковые образования по данным GPS (сиреневый) и озера (синий)



Ледники Баргузинского хребта уникальны по многим параметрам. Во-первых, в силу своего «загадочного» происхождения: предполагается, что они являются остатками большого ледника аккемской стадии (5–4 тыс. лет назад). Но главное в том, что в этих широтах ледники должны располагаться на высотах от 3500 м. Однако баргузинские ледники обнаружены на высоте около 2300 м, что значительно ниже снеговой границы, т. е. там, где теоретически никакие ледники существовать не могут.

Благодаря огромной работе, проделанной сотрудниками Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, удалось уточнить топографические карты, созданные в середине прошлого века. Открытие точного местоположения и исследование характеристик ледников Прибайкалья позволило зарегистрировать их в соответствующих базах данных.

Исследователи уверены, что ледники Баргузинского хребта станут в будущем источником ценных сведений для прогнозирования изменений климата на северном побережье Байкала, для чего требуется вести постоянный мониторинг их границ.

Литература

Китов А.Д. Итоги 100-летних наблюдений за динамикой гляциальных горных геосистем массива Мунку-Сардык // География и природные ресурсы. 2009. № 3. С. 101–108.

Коваленко Н.В. Режим и эволюция малых форм оледенения. М.: МАКС Пресс, 2011. 240 с.

Кузьмин М.И. Прогноз погоды на 8 млн лет назад // НАУКА из первых рук. 2005. № 3(6). С. 54–65.

Поповнин В.В. Современная эволюция ледников Земли // Современные глобальные изменения природной среды. В 2 томах. Т. 1. М.: Научный мир, 2006. С. 507–577.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2013620600, Ледники Баргузинского хребта, 13 мая 2013 г.