

Компьютерный анализ нивально-гляциальных образований Баргузинского хребта

*Китов А.Д., старший научный сотрудник, кандидат технических наук
Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск*

Геоинформационный анализ накопленных данных экспедиционных исследований и данных дистанционного зондирования Земли территории Баргузинского хребта позволил создать базу данных нивально-гляциальных объектов, на период первых топографических работ в середине XX столетия и в настоящее время, выполнить анализ этих данных, сопоставить эти результаты с данными анализа ледников других горных систем Южной Сибири. Выявлено, что характер деградации ледников типичен для Южной Сибири, однако настоящие ледники Баргузинского хребта достаточно устойчивы и имеют такие же темпы уменьшения как и ледники Байкальского хребта. Геоинформационный анализ позволил количественно оценить состояние оледенения и ландшафтных структур горных геосистем.

Баргузинский хребет, нивально-гляциальные образования, ледники, ГИС, геоинформационные технологии, база данных

GIS-based analysis of the collected data and field research of remote sensing area Barguzinsky range will create a database of nival-glacial sites in the first period of survey work in the middle of the XX century, and now, to analyze these data, we compare these results with data from the analysis of other glaciers mountain ranges of The Southern Siberia. It was revealed that the nature of the degradation of glaciers typical of The Southern Siberia, but these glaciers of Barguzinsky range are quite stable and have the same rate of decline as glaciers of Baikalsky range. GIS analysis allowed to quantify appreciate glaciers and landscape structures of mountain geosystems

Barguzinsky range, nival-glacial formation, glaciers, GIS, geoinformatics, information technology, database

Представляются результаты геоинформационного картографирования и последующего анализа нивально-гляциальных и гольцовых геосистем Баргузинского хребта по информации из созданной базы данных (БД). На основе предложенной инфраструктуры пространственных данных и мета базы данных ледников [1, 2], предлагается уточненная база данных по ледникам, отражающая их динамические характеристики. В базу данных включены как характеристики на момент первого исследования ледников по топокартам, так и оригинальные параметры, определенные по дистанционным данным и данным GPS-метрии (результаты полевых исследований). Результаты геоинформационного картографирования подтвердились по экспедиционным исследованиям [3, 4]. В работе рассматриваются некоторые результаты анализа горных геосистем с

использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ). Применение ДДЗЗ и геоинформационных технологий позволило уточнить и количественно (объективно) оценить состояние и соотношение геосистем исследуемых территорий, а в большинстве случаев впервые выполнить инвентаризацию нивально-гляциальных объектов.

Формирование базы данных о ледниках

Методика формирования БД обеспечивается на основе ГИС-проекта (с использованием ГИС-программы ArcView-3.x). Средствами ГИС производится векторизация объектов по картам и разновременным данным дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) и формируется БД, где автоматически рассчитывается площадь и периметр объектов, заносится год регистрации,

тип объекта, координаты центра ледника и другие атрибутивные характеристики. База состоит их традиционной части параметров [6, 7], динамических характеристик, отражающих динамику изменения ледников, графических объектов (картографических, фотоизображений) [2, 5].

Технология сопровождения базы данных заключается в следующем:

Выбор единой картографической электронной основы.

Внесение в ГИС-проект объектов по первичным данным (каталог ледников, аэросъемка, топокарты), с учетом этой основы.

Привязка дистанционных данных за различные годы и разной детальности к единой электронной топографической основе.

Построение цифровых моделей рельефа с использованием данных SRTM.

Ландшафтный анализ и разработка тематических карт по многоспектральным данным типа Landsat, Spot и др. для

выявления взаимовлияния горных геосистем.

Уточнение и отслеживание динамики ледников по данным сверхвысокого разрешения типа QuickBird, WorldView1 и др.

Полевые обследования и уточнение тематических карт на ключевых участках (ледники: Урёл-Амутис, Акули). GPS-метрия объектов в полевых условиях.

Внесение полученных данных в ГИС-проект.

Анализ геосистем по накопленным материалам, получение новых знаний о ледниках и горных геосистемах.

Анализ содержимого базы данных

ГИС-инструментарий позволяет существенно расширить и детализовать данные для анализа геосистем, произвести их количественную оценку, в том числе выявить их скрытые характеристики.

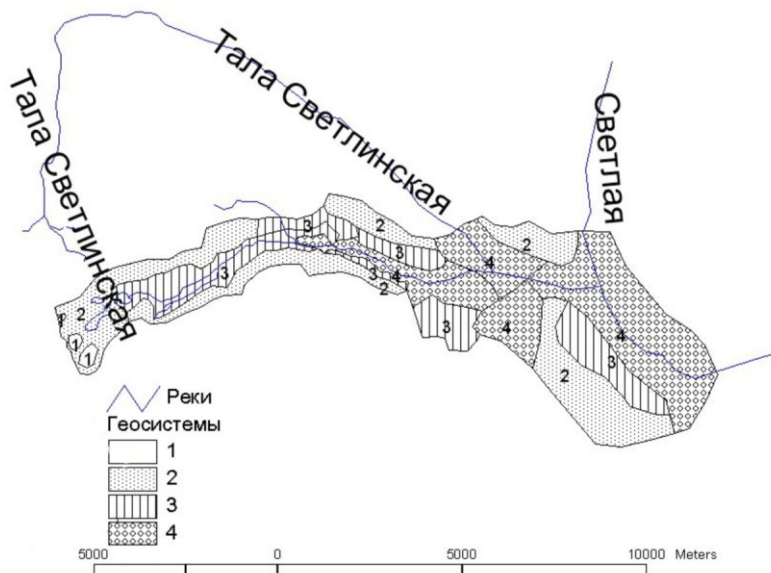


Рис. 1. Геосистемы ключевого участка: 1– нивально-гляциальные; 2– альпийно-типные (скалы, лишайники); 3– гольцовые субальпийно-типные (луга, тундры); 4– горно-таежные ограниченного развития

Определены комплексы (рис.1): (1) нивально-гляциальные; (2) альпийно-типные (верхние части хребтов, скалы с

лишайниками и редуцированной растительностью); (3) гольцовые субальпийно-

типные (горные тундры, луга); (4) горно-таежные ограниченного развития.

Естественно, что схожие ландшафты в зависимости от географической широты соответствуют различным высотам над уровнем моря (в Баргузинском хребте пояс древесной растительности редуцированного и ограниченного развития доходит до 800–1000 м над ур. моря). Выбраны контрольный участок (долина основной реки типичного ледника от главной вершины до уровня

горнотаежных лесов ограниченного развития: вершина 2377, ледники озер Урёл-Амутис, приток и долина р. Тала Светлинская до р. Светлая.

ГИС-средствами рассчитывалась площадь названных ландшафтных групп, вычислялась общая площадь анализируемой территории и определялась доля площади соответствующих геосистем по отношению к суммарной площади (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Распределение некоторых геосистем по площади в %

Горный массив	Геосистемы			
Основная долина реки ледника	1. Нивально-гляциальные	2. Альпино-типные (скалы, лишайники)	3. Субальпино-типные (луга и тундры)	4. Горно-таежные
Баргузинский хребет. Долина ледника по р. Талы Светлинской	0,8	37,3	21,6	40,3

Этот анализ показывает, что в Баргузинском хребте наблюдается, незначительное относительное оледенение но большую долю составляют лесонасаждения. Для сравнения, в соседнем Байкальском хребте, относительное оледенение больше баргузинского, но наибольшую долю представляют гольцовые скальные лишайниковые геосистемы с редуцированной растительностью.

Основные характеристики десяти наибольших ледников на момент проведения топографических работ и картирования территории в середине прошлого века (1960 г.) приведены в табл. 2. Полный код ледника не приводится, т.к. он относится к водосбору оз. Байкал (система Енисея) и представляет вид:

SU5B16000xxx, где xxx — номер ледника (Num). Нумерация производилась против часовой стрелки начиная с южных притоков оз. Байкал. Тип (Type) соответствует приведенной выше классификации. Столбец River показывает к какому речному бассейну относится ледник (река Тала Светлинская — приток р. Светлая относится к этому же бассейну). Ледники отсортированы по убыванию площади (Area) в кв. метрах. Параметр Периметр (Perim) отражает, как величину, так и изрезанность ледника. Аналогичные характеристики ледников современного состояния приведены в табл. 2. Видно, что изменился статус ледников (тип) и рейтинг по площади.

Т а б л и ц а 2

Основные характеристики нивально-гляциальных образований Баргузинского хребта на 1960 г.

Num	Name	Type	River	Area	Perim
127	AKULI	2	Svetlay	327771,477	2935,588
10	010	3	Barguzin	259055,101	2382,570
160	UREL-AMUTIS	1	Tala Svetlinskay	256059,473	2161,791
168	168	3	Tala Svetlinskay	252959,094	3174,702
39	039	3	Tompuda	237054,479	2163,885
5	005	3	Barguzin	231334,784	1873,496

6	006	4	Barguzin	186522,340	1806,268
38	038	5	Tompuda	172361,914	1668,125
8	008	4	Barguzin	161701,163	2372,536
37	037	4	Tompuda	151100,912	1520,667

Т а б л и ц а 3

Основные характеристики нивально-гляциальных образований Баргузинского хребта на 2012 г.

Num	Name	Type	Cod	River	Area	Perimeter
160	UREL-AMUTIS	1	SU5B16000160	Tala Svetlinskay	135681,411	1670,176
168	168	4	SU5B16000168	Tala Svetlinskay	76717,119	1828,925
145	145	2	SU5B16000145	Tala Svetlinskay	71122,238	1499,713
9	009	7	SU5B16000009	Barguzin	66109,740	1437,232
127	AKULI	2	SU5B16000127	Svetlay	59980,875	1664,514
37	037	4	SU5B16000037	Tompuda	59707,361	1535,525
6	006	7	SU5B16000006	Barguzin	53425,598	1531,166
24	024	7	SU5B16000024	Bolshay	50694,536	1184,734
148	148	3	SU5B16000148	Tala Svetlinskay	49606,939	1470,167
15	015	7	SU5B16000015	Sosnovka	47282,938	1031,072

Если говорить об изменении компактности ледников (отношение площади к периметру), то раньше они были более компактны. Так у ледника Акули отношение было 111, а теперь 36. Наиболее сохранившийся настоящий каровый ледник Урёл-Амутис соответственно имел отношение 118, теперь — 81. Так же хорошо сохранившийся ледник 168 лучше всего сохранил компактность — соответственно 79 и 42. Ледник № 6 сохранил свое 7-е рейтинговое место с соотношением 103 и 36.

Из табл. 1 и 2 видно, что половина ледников настолько уменьшилась, что выбыла из десятки ранее самых больших по площади. Сохранились как большие ледники 127 (Акули), 160 (Урёл-Амутис), 168, 6 и 37. От них осталось соответственно только 18,3%, 53%, 30,3%, 28,6% и 39,5%.

Все 187 нивально-гляциальных образований Баргузинского хребта в середине прошлого века занимали общую площадь 9,2 км². Из них 78 — представляют гляциальные формы (ледники

типа 1–4), почти столько же, 71 — устойчивые нивальные образования (многолетние снежники) и 38 — обычно сезонные снежники, переходящие в благоприятные годы в снежники-перелетки. Теперь эта площадь сократилась до 2,3 км².

Средние характеристики всех 187 нивальных образований составили в середине прошлого века: площадь — 0,04922 км²; длина — 0,28464 км; верх (верхняя граница) — 2025 м н.у.м.; середина — 1962 м н.у.м.; низ — 1898 м н.у.м.; периметр — 0,923 км. Суммарный периметр — 172,625 км; суммарная длина — 53,23 км. Соответственно в настоящее время эти характеристики имеют значение: площадь — 0,01225 км²; длина — 0,13777 км; верх — 2002 м н.у.м.; середина — 1931 м н.у.м.; низ — 966 м н.у.м.; периметр — 0,467 км. Суммарный периметр — 87,27 км; суммарная длина — 25,76 км.

За полвека ледники сползли вниз примерно на 31 м по высоте (средней частью), а низ опустился на 932 м;

верх — на 1823 м; их средняя площадь уменьшилась на 0,037 км², средняя длина — на 0,147 км; суммарная длина — на 27,47 км. Отношение суммарной площади к периметру уменьшилось с 0,053 до 0,026 (увеличилась фрагментарность ледников в 2 раза).

Нивально-гляциальные образования сосредоточились в 11 бассейнах основных рек хребта: реки Светлая — 69 объектов; Томпуда — 44; Фролиха — 20; Система рек Акули (Верх., Нижн. Акули, Акуликан) — 14; Баргузин — 13; Большая — 10; Шегнанда — 7; Кабанья и Шерильды — по 3; Сосновка и Биракан — по 2. Наибольшие и основные по типу ледники сосредоточились в бассейне наибольших рек северной части хребта — Светлой и Томпуды. Хотя Баргузин — большая река, но течет на юг, а ледники и снежники сосредоточены только в верховьях.

Выводы

Сохраняется общая тенденция сокращения ледников, в Баргузинском хребте на 2/3 площади за 50 лет (0,02 км²/год). По сравнению со скоростью таяния ледников трансекта Кодар — Восточный Саян — это самая высокая скорость уменьшения ледников, например ледник Азаровой в Кодаре уменьшается со скоростью 0,004 км²/год, Перетолчина (Мунку-Сардык) — 0,01, Черского (Байкальский) — 0,001). Однако настоящий ледник Урёл-Амутис достаточно устойчив — 0,002 км²/год, что соизмеримо со скоростью таяния основного ледника Байкальского хребта.

Благодаря геоморфологическим особенностям строения хребта кустарниковая растительность в виде редуцированных кедрово-стланиковых форм достигает нижнего уровня формирования нивально-гляциальных геосистем. По мере отступления ледников отмечается продвижение вверх других типов геосистем, тундровой и субальпийной растительности. Наибольшие вершины не имеют ледников из-за крутизны (перепад от наибольшей вершины по сравнению с окружающими достигает 400 м) склонов и неспособности пород накопить холод в зимний период.

В хребте проявляются генетические особенности нивально-гляциальных образований — наравне с редуцированием ледников наблюдается и обратный процесс — зарождения новых ледников. Основными геоморфологическими условиями сохранения ледников являются узкие затененные кары с вертикальными стенками, на которых поддерживается сохранение висячих ледников.

Литература

1. Китов А.Д., Плюснин В.М. Особенности локальных гляциологических явлений в горных ландшафтах (на примере Байкало-Урумчинского трансекта), Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы международной конференции InterCarto-InterGIS-14, Саратов-Урумчи, 24-26 июня 2008 г., Том 1, Саратов, Международная картографическая ассоциация, 2008.— С. 130–137.
2. Китов А.Д., Плюснин В.М. Уточнение базы метаданных для инфраструктуры пространственных данных о ледниках. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт, Материалы международной конференции InterCarto-InterGIS-17, Белокураха-Денпасар, 14-19 декабря 2011 г., Барнаул, Международная картографическая ассоциация, 2011.— С. 71–82.
3. Коваленко С.Н., Китов А.Д. Современные ледники верховий р. Томпуда (Баргузинский хребет) // Вестник кафедры географии ВСГАО.—2011.— №2, с. 71, 72, 1, 88.
4. Коваленко С.Н., Китов А.Д. Софрон А.П. Вторая гляцио-ботаническая экспедиция на север Баргузинского хребта (Верховья рек Верхняя Акули и Светлая) // Вестник кафедры географии ВСГАО.— 2012.— № 1–4.— С 93–97.
5. Плюснин В.М., Китов А.Д. Динамика нивально-гляциальных систем юга Восточной Сибири // Лед и снег.—2010.— №2.— С. 5–11.
6. <http://www.ngdc.noaa.gov/wdc/usa/glaciology.html>
7. <http://www.webgeo.ru/index.php?r=47&id=38>