

# Обзоры и хроника

УДК 551.32

## Открытие и исследования ледников севера континентальной России

© 2013 г. В.М. Котляков, Л.П. Чернова, Н.М. Зверкова, Т.Е. Хромова

Институт географии РАН, Москва

tkhromova@gmail.com

Статья принята к печати 23 сентября 2013 г.

Изменения оледенения, ледниковая система, Россия, Субарктика.  
Glaciation changes, glacier system, Russia, Subarctic.

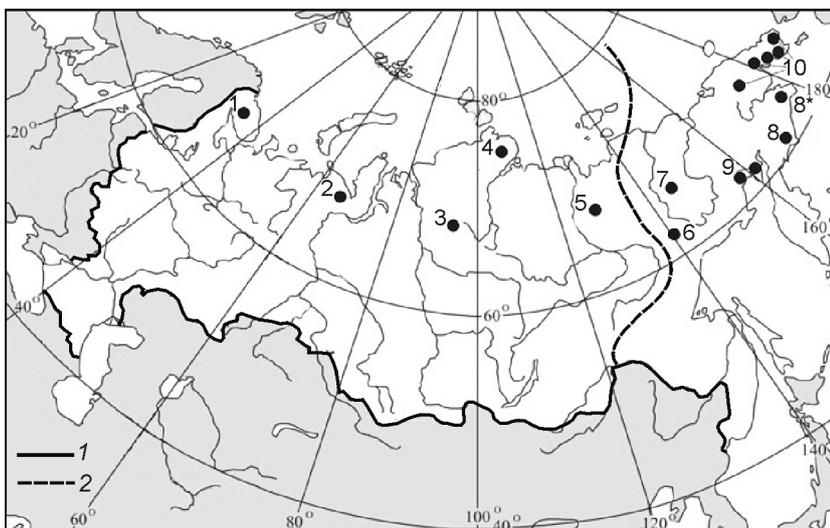
Изложена история открытия в XX в. 10 ледниковых систем континентальной России, расположенных севернее 60-й параллели. Обсуждаются вопросы современной изученности аккумуляции–абляции, размеров и динамики ледников за последние 150 лет. Построена карта аккумуляции–абляции на ледниках северо-востока России, подтверждающая их принадлежность к Тихоокеанской гляциологической провинции. Охарактеризованы возможности изучения современного состояния ледников на основе использования результатов космической съёмки.

### Введение

Границы нашего государства, как и его название, за последние сто лет изменялись несколько раз. Каталог ледников по их состоянию на 1950–70-е годы был составлен для территории СССР [46]. На рис. 1 показаны современные границы Российской Федерации. Оледенение на этой территории существовало непрерывно, по крайней мере, на протяжении последних нескольких тысяч лет [37]. Его исследования начались ещё в средние века [49]. Информацию об истории исследований ледников до середины

XX в. можно найти в соответствующих частях Каталога ледников СССР (таблицы 4 и 5) [11, 19]. В Атласе снежно-ледовых ресурсов мира [8] истории гляциологических исследований посвящены 14 карт, три из которых [8, с. 54, 79, 147] освещают исследования ледников севера России.

Современное оледенение России представлено и горным, и покровным типами. Покровное оледенение преобладает в её островной части, горное – в континентальной. Общая площадь 16 горно-ледниковых систем континентальной России составляет 3,6 тыс. км<sup>2</sup> [51]. Десять из



**Рис. 1.** Субарктические ледниковые системы континентальной России.

Граница: 1 – России, 2 – между Атлантической и Тихоокеанской гляциологическими провинциями; ледниковые системы и их номера: 1 – Хибинь, 2 – Урал, 3 – Пупорана, 4 – Бырранга, 5 – Орулган, 6 – Сунтар-Хаята, 7 – горы Черского, 8 – Корякское нагорье, 9 – Колымское нагорье, 10 – Чукотское нагорье

**Fig. 1.** Subarctic glacier systems of continental Russia.

Boundaries: 1 – Russia, 2 – between Atlantic and Pacific glacial provinces; glacier systems and their numbers: 1 – Khibiny, 2 – Urals, 3 – Putorana, 4 – Byrranga, 5 – Orulgan, 6 – Suntar-Khayata, 7 – Cherskiy range, 8 – Koriakskoe Highland, 9 – Kolymskoe Highland, 10 – Chukotskoe Highland

Ледниковые системы севера континентальной России (по данным В.А. Сараны, Р.В. Седова, Каталога ледников СССР и Атласа снежно-ледовых ресурсов мира)

Номер системы	Ледниковая система	Северная широта, градусы	Восточная долгота, градусы	Низшая точка, м	Средняя высота границы питания, м	Средняя аккумуляция–абляция, г/см <sup>2</sup>	Все ледники		
							число	площадь, км <sup>2</sup>	средняя площадь, км <sup>2</sup>
1	Хибины [8, 19, 51]	67,8–68,0	33,4–33,9	890	990	~200	4	0,1	0,02
2	Урал [8, 19, 25, 51]	64,8–68,2	59,7–67,0	390	850	~200	143	28,66	0,20
3	Горы Путорана [25, 31, 51]	69,0–70,0	90,0–92,3	640	910	~150	67	7,18	0,11
4	Горы Бырранга [19, 25, 51]	75,7–76,0	107,4–108,0	500	810	~50	96	30,5	0,32
5	Хр. Орулган [19, 25, 51]	67,4–69,0	127,8–128,9	1500	1900	~110	74	18,38	0,25
<b>Атлантическая провинция в целом</b>		<b>64,8–76,0</b>	<b>33,4–128,9</b>	<b>390</b>	<b>1092</b>	<b>~140</b>	<b>384</b>	<b>84,82</b>	<b>0,22</b>
6	Горы Сунтар-Хаята [19, 25, 51]	61,8–62,9	140,6–143,2	1820	2380	~75	208	201,6	0,97
7	Горы Черского [19, 25, 51]	64,9–67,7	138,6–149,2	1500	2440	~100	372	155,4	0,42
8	Корякское нагорье [13, 25, 51]	60,2–62,3	166,7–173,35	100	~900	~250	1335	259,5	0,19
8*	Северо-восток Корякского нагорья [33]	62,5–63,0	176,0–176,6	340	740	~300	116	43,96	0,38
9	Колымское нагорье [24]	60,38–62,0	152,0–160,1	600	920	~300	19	3,61	0,19
10	Чукотское нагорье [24]	64,6–67,8	175,4–171,42 <sup>1</sup>	350	760	~200	47	13,53	0,29
<b>Тихоокеанская провинция в целом</b>		<b>60,17–67,8</b>	<b>138,6–171,42<sup>1</sup></b>	<b>100</b>	<b>1360</b>	<b>~200</b>	<b>2097</b>	<b>677,6</b>	<b>0,32</b>
<b>Всего</b>		<b>60,17–76,0</b>	<b>33,4–171,42<sup>1</sup></b>	<b>100</b>	<b>1226</b>	<b>170</b>	<b>2481</b>	<b>762,42</b>	<b>0,31</b>

<sup>1</sup>Градусы западной долготы.

них питаются влагой Атлантики, шесть – тихоокеанской влагой [25, 41]. Шесть ледниковых систем расположены в умеренном поясе (Камчатка, Кавказ, Алтай, Кузнецкий Алатау, Восточный Саян и Кодар), десять (Хибины, Урал, плато Путорана, Бырранга, Орулган, хр. Черского, горы Сунтар-Хаята, а также системы Корякского, Чукотского и Колымского нагорий) – в субарктических широтах.

Предмет настоящей статьи – история исследований десяти субарктических континентальных ледниковых систем России (см. рис. 1). Координаты и параметры их ледников приведены в таблице, там же даются ссылки на источник сведений. Среди них особо отметим Электронную версию Каталога ледников СССР [51] – единственную версию, в которой сведения о размерах и числе ледников полностью совпадают со сведениями «бумажной» версии Каталога. В отличие от версии World Glacier Inventory она имеет дополнительную графу, в которой указана принадлежность каждого из ледников к одной из ледниковых систем СССР, выделенных по орографическому принципу [24]. Видно, что приведённые в таблице горные ледниковые системы различаются и по

высоте расположения, и по количеству ледников, и по их размерам, и по величине средней аккумуляции–абляции.

Почти все субарктические ледниковые системы имеют развёрнутые характеристики в Каталоге ледников СССР [11, 19] – многотомном издании, созданном большим коллективом советских учёных в 1965–1982 гг. В Атласе снежно-ледовых ресурсов мира, вышедшем в 1997 г., изображению характеристик этих ледниковых систем и отдельным ледникам посвящены десятки карт. Недавно появился новый мощнейший источник данных о ледниках – спутниковая информация. В России и США растут государственные архивы космических данных [26]. Одним из доступных источников информации для массовых оценок современного состояния оледенения служат космические снимки, получаемые в рамках проекта GLIMS (Global Land Ice Measurements from Space) и касающиеся измерения наземного льда из космоса. Содержание проекта – использование космических данных для мониторинга ледников и, прежде всего, результатов работы аппаратуры ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), установленной на борту

орбитальной платформы «Терра». По состоянию на конец 2013 г. в базе данных GLIMS представлена информация о современных ледниках хребтов Черского и Сунтар-Хаята в виде векторного покрытия с контурами ледников.

### История исследования десяти ледниковых систем

**1. Ледниковая система Хибин** – самая западная в России и очень маленькая: всего четыре крошечных ледника, общей площадью 0,1 км<sup>2</sup>, из них три висячих ледника и один присклоновый. Эти ледники – остаток более обширного оледенения XVII–XIX вв., которое застал ещё капитан Широкин, посетивший Хибин в 1834 г. [19]. Он пишет о Хибинах как о горах, покрытых «вечным снегом». Впервые современные ледники были исследованы экспедицией Совета по изучению производительных сил СССР под руководством А.А. Григорьева во время Второго Международного полярного года в 1932–1933 гг. [19]. Самый большой вклад в их изучение внёс В.Ф. Перов во время и после Международного геофизического года (1958–1959 гг.). В 1958–1964 гг. он написал о них серию статей, а в 1968 г. – итоговую монографию [30]. В последующие годы исследователей привлекала в основном история их развития в масштабе столетий и тысячелетий [16]. Установлено, что во время средневекового климатического оптимума 800–1500 л.н. ледники здесь полностью исчезли [36, с. 18]. В малый ледниковый период последнего тысячелетия в Хибинах снова возникло каровое оледенение: около 500 и 330 л.н. сформировались морены [36, с. 21].

**2. Ледниковая система Урала**, по данным аэрофотосъёмки 1953–1960 гг., насчитывает 143 главным образом каровых и присклоновых ледника, общей площадью 29 км<sup>2</sup> [19]. Очаги оледенения приурочены к наиболее возвышенным и расчленённым участкам хребта. Здесь нет ни одного ледника на склоне, обращённом на запад, навстречу основным влагонесущим потокам [29]. Все ледники лежат на противоположных склонах, в карах восточной, юго-восточной и северо-восточной экспозиций. Это означает, что огромную роль в их существовании играет повышенная концентрация снега на подветренных затенённых склонах. Больше всего ледников в северной части Полярного Урала, между 68,17° и 67,5° с.ш., несколько меньше – в его южной части, между 67° и

66,5° с.ш. На Приполярном Урале находится 45 ледников в интервале 65,3° и 64° с.ш. [14]. Ещё два ледника расположены на Северном Урале в районе горы Тельпос-Из.

Первые исследователи северной части Урала, посетившие её в середине XIX в., отметили полное отсутствие в горах вечных снегов и ледников [29], поэтому вопрос о возможности существования здесь современного оледенения долго оставался открытым. Однако в 1929 г. геолог А.Н. Алешков во время полевых работ Северо-Уральской комплексной экспедиции Академии наук открывает три первых ледника в районе горы Сабля на Приполярном Урале и выполняет их наземную фототеодолитную съёмку (ледники № 91–93 по Каталогу ледников СССР). Во время Второго МПГ Алешков, ставший руководителем Уральской ледниковой экспедиции Государственного гидрологического института, проводит топографическую съёмку ещё нескольких ледников Приполярного Урала, получивших впоследствии номера 71, 74–76, 100, 118, 119 и 121 [29]. Он высказывает предположение о возможности нахождения ледников в более северных районах Полярного Урала. Последующие исследования подтвердили это предположение.

В 1939 и 1945–1953 гг. ряд ледников открыл и описал Л.Д. Долгушин. Одновременно с П.А. Шумским [29, с. 295, 303] он показал, что уральские ледники – это не реликты четвертичного оледенения, а нормально развивающиеся современные ледники, существующие ниже снеговой границы в результате концентрации в карах навейного и лавинного снега. В начале 1950-х годов ГУГК СССР провёл здесь площадную аэрофотосъёмку, послужившую основой при составлении Каталога ледников СССР. В 1958–1959 гг. во время Международного геофизического года детальные стационарные гляциологические исследования проводит Институт географии АН СССР. Был организован стационар «Большая Хадата», просуществовавший до 1981 г. Комплексные гляциологические исследования продолжались и после МПГ по программе Международного гидрологического десятилетия вплоть до 1987 г. В большом числе статей и двух монографиях [29, 39] рассмотрены особенности рельефа и морфологии оледенения, гидрометеорологические характеристики территории, процессы формирования снежного покрова и аккумуляции снега на ледниках,

абляция и тепловой баланс поверхности снежного покрова и ледников, их температурный режим и процессы льдообразования. Был реконструирован баланс массы ледников с 1818 по 1963 г., написана история оледенения Урала, охарактеризована [29] эволюция современного оледенения, в том числе приведены величины отступления краёв ряда ледников по результатам непосредственных измерений.

В 1980–2000-х годах уральские ледники посещают исследователи голоценовой истории оледенения [36, 37]. В 2005–2007 гг. здесь вновь изучает колебания ледников и снежный покров экспедиция Института географии РАН [28]. В 2008 г. по программе Международного полярного года 2007–2008 гг. проводит полевые и камеральные исследования совместная экспедиция университета г. Рединг (Великобритания) и Института географии РАН [47]. В результате лихенометрических и дендрохронологических исследований, а также повторных после МГГ реконструкций баланса массы ледников [18, 48] установлено, что в XII–XIV вв. климат здесь был лишь немногим холоднее современного и в течение двухсот лет подряд сохранялись метеорологические условия для устойчиво отрицательного баланса массы ледников. В XVI–XVII вв. температуры воздуха опустились на 1 °С, преобладал положительный баланс массы. В XVIII в. он был близок к нулю, а в XIX в. — слабо положительный. Датирование конечных морен показало, что 200-летний ритм солнечной активности действительно проявляется в колебаниях ледников за последние 2 000 лет [36]. Одно из самых значительных наступаний ледников Полярного Урала датируется 1880-ми годами и совпадает с резким похолоданием [44]. В целом, с конца XIX в. ледники отступают, возможно, с некоторым замедлением в 1900-е и 1920-е годы [37].

Подробная библиография изучения размеров уральских ледников приведена в статье [47]. Первую площадную аэрофотосъёмку ледников выполнили в 1947 г. [29]. За ней последовали аэрофотосъёмки 1953, 1957, 1958, 1960, 1968, 1973 и 1989 г. Неоднократно проводились наземные фототеодолитные съёмки ледников Обручева, ИГАН и МГУ. В разные интервалы времени между 1953 и 1981 г. повторные фотограмметрические съёмки охватывали также ледники Чернова, Карский, Анучина, МИИГАиК, МГГ, Большой Усинский и Олений [14]. Особенно

детально с помощью регулярных стереофотосъёмок [40, 43] был изучен каровый ледник Обручева. Данные о ежегодной скорости движения льда и поверхности ледника в 1963–1970 гг. опубликованы в большой таблице, а также в виде детальных карт, составленных Н.М. Величко (Зверковой) [43]. Фундаментальными стали вывод о том, что ледник Обручева подвергается вынужденным колебаниям, вызываемым изменениями внешней нагрузки (скорости внешнего питания и абляции), а также «вывод, который ранее чётко не формулировался и на первый взгляд может показаться неожиданным, — о мгновенности реакции поля скорости льда на внешнюю нагрузку, обусловленной, в свою очередь, немедленной реакцией на неё полей напряжения и скорости деформации» [43, с. 68]. Впервые были выяснены своеобразные особенности колебаний поля абсолютной скорости изохронной поверхности: малая амплитуда, контрфазность в верхней отрицательной и нижней положительной частях поля и устойчивость положения нулевой изотакхи (кинематической границы питания).

В 2000-е годы стали доступны космические снимки ASTER, Landsat ETM+, Cartosat IRS P5, SPOT 5. По результатам их сопоставления с аэрофотосъёмкой 1950 г., опубликованной в 2012 г. [47], мы провели собственное исследование, разделив изученные в работе [47] 30 ледников на две группы: ледники восточного и западного макросклонов Урала. Средние размеры ледника в каждой из групп оказались примерно одинаковы, а средняя площадь сокращения за 1950–2008 гг. была явно больше в «восточной» группе: 25 и 17% соответственно. Похожий результат получен экспедицией Института географии РАН 2002 г. на Приполярном Урале. Наземное обследование карово-долинного ледника Гофмана (№ 92) в Саблинском хребте показало, что его длина в 2002 г. уменьшилась на 150 м по сравнению с 1932 г., а расположенный северо-восточнее, вблизи горы Народной ледник Манарага (№ 100) исчез полностью, как и расположенный в 7 км восточнее ледник Балбан (№ 121) [14].

Таким образом, наше сопоставление данных, представленных в самых последних публикациях, позволяет предположить увеличение отступления края уральских ледников по направлению с запада на восток. Объяснение этому факту можно найти в монографии

В.Г. Ходакова [39, с. 116]. В результате 17-летних исследований он делает вывод о большой устойчивости поля метелевого питания ледников как по рисунку изолиний, так и по значениям, быстро уменьшающимся к востоку. В то же время поле фоновых снегозапасов устойчиво только по рисунку, а его средние значения за время наблюдений Ходакова менялась от года к году более чем втрое. Новое подтверждение подобия ежегодных полей снегозапасов обнаружил В.А. Жидков [17], сопоставив данные В.Г. Ходакова с результатами собственных снегомерных наблюдений во время экспедиции на Полярный Урал в 1999 г. Он обнаружил согласное уменьшение почти вдвое слоя снегозапасов 1999 г. по сравнению с 1959 г. на ледниках ИГАН и Обручева.

**3. Ледниковая система плато Путорана,** расположенная на правом берегу р. Енисей, немногим больше хибинской: 67, в основном, карово-висячих и присклоновых ледников, общей площадью 7,18 км<sup>2</sup> [31]. В 1925 г. Н.Н. Урванцев обнаружил и охарактеризовал здесь следы четвертичного оледенения [19], т.е. следы разрастания современной крохотной системы до размеров в несколько тысяч квадратных километров. Экспедиция во время Второго МПГ заметила несколько ледников в районе оз. Лама [19]. Спустя 17 лет, в 1942 г., Н.И. Михайлов находит современные ледники в районе оз. Богатырь [19]. В 1971–1972 гг. маршрутные гляциологические наблюдения проводят Институт географии АН СССР и Московский филиал Географического общества СССР, их материалы стали основой соответствующего тома Каталога ледников СССР, вышедшего в свет в 1981 г. [19]. По данным Каталога, здесь было 22 ледника, общей площадью 2,54 км<sup>2</sup>. В 1997–1999 гг. Московский центр Русского географического общества организует новую экспедицию под руководством В.А. Сараны. Сопоставив данные полевых исследований с результатами аэрофотосъёмки 1972 и 1981 гг., Сарана уточняет число ледников и размеры оледенения на 1972–1981 гг. [31]. Сравнение этих данных с результатами космической съёмки 2000 г. позволяет ему сделать вывод, что за 40 лет ледники не претерпели значительных изменений. Однако в 2005 г. Н.В. Коваленко и Н.В. Поповнин [20] уточняют ситуацию: за последние 30 лет площадь оледенения сократилась на 12–18%.

**4. Ледниковая система гор Бырранга** на п-ове Таймыр по размерам приближается к уральской — она состоит из 96 ледников, общей площадью 30 км<sup>2</sup>; 30 из них имеют размер менее 0,1 км<sup>2</sup>. Ледники расположены довольно компактно в самой возвышенной северо-восточной части этой низкогорной страны, где самая высокая вершина — гора Ледниковая — поднимается на 1146 м над ур. моря [15]. Концы ледников расположены на высотах 600–800 м. На восемь самых больших — перемётно-долинных, долинных и карово-долинных — ледников приходится 75% площади оледенения [19].

Первый ледник, названный Неожиданным и впоследствии переименованный в ледник Толля, обнаружен экспедицией Треста «Арктикразведка» в 1948 г. В июле 1950 г. организациями Союзморниипроект и НИИГА была проведена аэрофотосъёмка гор Бырранга. В результате обнаружен большой (2,4 км<sup>2</sup>) ледник Южный и целый ряд меньших по размеру каровых, долинных и присклоновых ледников. В мае–сентябре 1967 г. ААНИИ и Союзморниипроект проводят здесь стационарные и полустационарные исследования, включающие в себя инструментальную съёмку основных ледников, изучение стратиграфии фирна и льда, условий таяния, снегонакопления и льдообразования. Выполнен полный комплекс метеорологических и актинометрических наблюдений с измерением температуры верхних горизонтов льда, скорости их движения; изучено и тектоническое строение. В августе 1967 г. проведена аэрофотосъёмка центральной части гор Бырранга [19]. В 1972 г. кратковременные снегомерные измерения на ледниках выполнили участники Научно-спортивной экспедиции туристов ДСО «Спартак» под руководством Л.Л. Бермана [19]. Результаты этих исследований обобщены в 1980 г. Л.С. Говорухой с соавторами в соответствующем томе Каталога ледников [11].

Изменения ледников гор Бырранга были охарактеризованы в результате анализа аэрофотоснимков 1950, 1960 и 1967 г. [19]. Три наиболее крупных перемётно-долинных ледника — Северный, Южный и Толля, объединённые общим бассейном питания на плато Гляциологов, в 1967 г. представляли собой единый комплекс, площадью около 7 км<sup>2</sup>, сходный с ледниковыми комплексами плато в Скандинавии. В 1950 г. к этой системе при-

мыкал также ледник Неожиданный, площадью 8 км<sup>2</sup>, который затем, в результате вытаявания перевальной перемычки в верховьях, отделился и превратился в крупный долинный ледник. В течение 17 лет сокращались общая площадь оледенения, размеры и количество ледников. За это время исчезло около десятка сравнительно крупных карово-висячих, лощинных и кулуарных ледников, большинство из которых имело южную экспозицию. Сокращение коснулось также ледников других типов. Концы долинных, долинных перемётных, карово-долинных и каровых ледников отступили на 100–150 м. Некоторые каровые ледники расчленились на ряд более мелких карово-висячих. За последние 36 лет – с 1967 по 2003 г., по данным [6], оледенение сократилось ещё примерно на 17%.

**5. Ледниковая система хребта Орулган** в северной части Верхоянского хребта насчитывает 74 ледника, общей площадью 18,38 км<sup>2</sup>, в основном это каровые и висячие ледники. Они расположены вдоль главного водораздельного хребта на двух участках, протяжённостью 112 и 25 км на севере и юге на пути западных арктических циклонов. Концы ледников опускаются до 1500 м, а граница питания находится ниже 2000 м. Самые большие ледники, карово-долинные, лежат в карах северной или северо-восточной экспозиций восточного макросклона [26].

История исследований этого региона подобна исследованиям ледниковой системы гор Путорана: в 1933 г. следы максимального разрастания четвертичных ледников нашёл геолог В.А. Федорцев [9], и лишь после аэрофотосъёмки 1951 г. Л.П. Персиков в 1952 г. обнаружил первые современные ледники [9]. В сводке А.П. Васьковского, относящейся к 1955 г. [10], сообщается о 54 ледниках и снежниках, общей площадью 20 км<sup>2</sup>. К сожалению, аэрофотосъёмка 1951 г. выполнена в период, когда наиболее высокую часть хребта покрывал свежеснеженный снег, и лишь по аэрофотоснимкам 1966 и 1967 г., сделанным в середине августа, когда летние снежники уже растаяли, составителю Каталога ледников Д.К. Башлавино удалось установить их более точные размеры [19]: здесь оказалось 74 ледника, общей площадью 18 км<sup>2</sup>. Р.В. Седов во время посещения хр. Орулган в августе 1991 г. обнаружил к западу от ледника № 13 ещё восемь ледников, общей площадью 0,5 км<sup>2</sup> [32]. Поскольку данные об оледенении примыкающе-

го к хр. Орулган на севере хр. Хараулах не были помещены в Каталог ледников СССР, можно предполагать, что цифры, характеризующие эту ледниковую систему, могут измениться в будущем в сторону увеличения.

Как следует из [19], ледники за 1951–1967 гг. изменились мало. По расчётам [5], в обеих частях ледниковой системы до 1970-х годов баланс массы был положительным. В малый ледниковый период ледники были больше современных. Некоторые из них выходили за пределы каров и становились карово-долинными, как, например, ледник № 48 [36], но общее увеличение площади ледников было незначительным.

**6. Ледниковая система гор Сунтар-Хаята** насчитывает 208 ледников, общей площадью 201 км<sup>2</sup>. Ледники располагаются в высокогорной части основного хребта на протяжении около 100 км [8, с. 163]. Преобладают каровые, карово-долинные, долинные, перемётные (типа ледников подножий) и висячие ледники [19]. Они группируются в трёх основных массивах: северном (90 км<sup>2</sup>), центральном (50 км<sup>2</sup>) и южном (61 км<sup>2</sup>) [5].

Горы Сунтар-Хаята – крупная южная ветвь Верхоянского хребта с наивысшей отметкой 2959 м (г. Мус-Хая) – расположены в непосредственной близости к югу от «полюса холода» – пос. Оймякон. Они впервые были нанесены на карту лишь в 1942 г. [22], а окончательно положение этих гор определил А.П. Васьковский в 1947 г. после завершения государственной аэрофотосъёмки. Отдельные ледники посещали геологи Индигирской экспедиции Дальстроя в 1939–1944 гг. Первые подробные сведения об оледенении опубликовали Л.Л. Берман в 1947 г. и Ю.И. Попов в 1948 г. [19]. Самая значительная роль в изучении этой ледниковой системы принадлежит М.М. Корейше [21, 22]. В программу МГГ по разделу «Гляциология» были включены исследования в горах Сунтар-Хаята. Здесь была построена высокогорная гляциологическая и геокриологическая станция, где М.М. Корейша проводил гляциологические наблюдения с ноября 1956 по сентябрь 1959 г. Результаты опубликованы в фундаментальной монографии [21], где, наряду с вопросами морфологии, питания, абляции и баланса массы, говорится о строении и скоростях движения ледникового льда, истории оледенения и пр.

В 1970 г. в этом районе экспедиция Института географии АН СССР под руководством

О.Н. Виноградова получила новые данные о современном и древнем оледенении [12]. В 2001 г. на ледниках северного массива проводились наблюдения в рамках совместной экспедиции Института географии РАН, ПНИИИС и Института низких температур Университета Хоккайдо. Результаты этих работ опубликованы в ряде статей [3 и др.]. В них говорится, что ледники северного массива со времени малого ледникового периода отступили на 50–100 м, а ледники южного массива – на 100–200 м. По результатам реконструкции [38], длина ледников за это время уменьшилась на 250 м, а концы ледников поднялись на 50 м.

**7. Ледниковая система гор Черского** насчитывает 372 ледника, общей площадью 155,4 км<sup>2</sup>; они рассеяны на территории в несколько тысяч квадратных километров. 52% площади системы приходится на 44 долинных и сложно-долинных ледника, 30% – на каровые и карово-долинные, 18% – на 230 висячих, занимающих, как правило, крутые северные стенки крупных каров. Поражает полное преобладание ледников северных экспозиций [8, с. 162], что приводит к мысли о питании ледников южными циклонами с Охотского моря. Идею подтверждает карта режима ледников [8, с. 162, карта № 213], показывающая уменьшение аккумуляции на ледниках региона в северном направлении. По данным [5], горная система Черского, расположенная севернее гор Сунтар-Хаята, имеет базовую высоту границы питания 2150–2180 м, что на 200 м ниже, чем у находящихся южнее гор Сунтар-Хаята. Объяснением служит большая близость первой к алеутскому минимуму Тихого океана – основному источнику питания обеих систем. 55% площади оледенения (85,2 км<sup>2</sup>) приходится на Буордахский массив с высшей точкой горой Победа (3147 м) на правом берегу Индигирки; ещё 25% – на ледники вблизи безымянной вершины 2856 м, расположенной примерно в 300 км к ЗСЗ на левом берегу Индигирки [8, с. 162, карта № 214]. Остальные ледники рассеяны небольшими группами в интервале 65–68° с.ш. и 138–149° з.д.

Как и в случае гор Путорана, первыми узнали о современных ледниках гор Черского геологи в 1926 г. В последующие 20 лет продолжались наземные обследования [22, с. 49], но только после дешифрирования аэрофотоснимков 1946 г. появились первые публикации о площади

оледенения [10]. В 1963 и 1964 г. ледники Буордахского массива посетил К.Н. Рудич [42, с. 149], опубликовавший интересные свидетельства о летних снегопадах в ледниковой зоне. Самыми подробными стали исследования И.А. Некрасова и В.С. Шейнкмана, связанные с составлением Каталога ледников СССР. Соответствующий том вышел в 1981 г. В 1987 г. В.С. Шейнкман опубликовал обстоятельную монографию [42], где отметил хорошо выраженные признаки отступления ледников. Дополнением к Каталогу можно считать наблюдения Р.В. Седова [33] на ледниках горы Победа в июле 1995 г. Сравнение космических снимков Landsat и Каталога ледников СССР [6, с. 44] показало сокращение площади оледенения с 1970 по 2003 г. на 28%. В то же время, по данным [36, 38], морены малого ледникового периода во многих случаях всё ещё примыкают к концам языков ледников. В среднем длина ледников сократилась на 280 м, а концы ледников поднялись на 75 м.

В 1990–2000-е годы вышло несколько работ, объединяющих сведения о ледниковых системах гор Орулгана, Сунтар-Хаята и Черского [5, 15, 22], построены общие для трёх систем карты высот границы питания для периодов 1930–1960 и 1961–1991 гг. [4, 22]. Общая закономерность на картах – возрастание высоты границы питания с северо-востока на юго-запад в оба эти периода. Их сравнение показывает малое изменение высоты границы питания ледников во время потепления климата в конце XX в. Потери площади ледников за десятилетия, по данным [6], составили 28% для хр. Черского и 19% для гор Сунтар-Хаята. Для хр. Орулган есть только результаты сопоставления аэрофотоснимков 1950 и 1967 г. [9]. За это время ледники почти не изменились.

Для климатического оптимума 6 тыс. л.н. рассчитано отступление нижней границы ледников в этих трёх системах [15]. Главное отличие состоит в относительно небольшом вертикальном протяжении ледниковой зоны в хр. Орулган, тогда как в двух других соседних системах оно составило 1000–1500 м, что служит основой для предположения об исчезновении оледенения в это время только в хр. Орулган. Вероятно, что этот показатель – вертикальная протяжённость ледниковой зоны – может стать основой для характеристики относительной устойчивости горной ледниковой системы в северном регионе.



**Рис. 2.** Ледник № 13, по [33], на северо-востоке Корякского нагорья. Фотография из архива Р.В. Седова

**Fig. 2.** Glacier № 13 in [33]. NE of Koriakskoe Highland. R.V. Sedov's archives

**8. Ледниковая система Корякского нагорья** состоит из трёх обособленных участков. Два из них: группа из нескольких десятков ледников на юге в хр. Малиновского (западное побережье Олюторского залива) и группа из нескольких сотен ледников, располагающихся вблизи побережья собственно Берингова моря от 60 до 62° с.ш., находятся в Корякском автономном округе. Несколько очагов современного оледенения, принадлежащих ко второй группе, были открыты в 1937 г. сотрудником Института географии Д.М. Колосовым [1]. В 1948 г. проведена площадная аэрофотосъёмка нагорья, а в 1951 г. М.И. Малых [27] открывает несколько ледников в хр. Малиновского и подсчитывает общую площадь ледников всех трёх групп. Третий участок на Мейныпильгынском хребте (8\* на рис. 1), вблизи оз. Пекульнейского на 63° с.ш., оказался в границах Чукотского автономного округа. Сведения о некоторых из этих ледников публиковал также А.П. Васьковский, но в Каталог ледников СССР 1982 г. они не вошли.

В 1984 г. 40 ледников на участке вблизи Пекульнейского озера обнаружила научно-спортивная экспедиция Р.В. Седова (рис. 2). В течение трёх недель с 5 по 26 августа на леднике № 72 проводятся стационарные работы, которые повторяются летом 1985 г.; обрабатываются также данные аэрофотосъёмки 1967 г. В 2001 г. выходит Каталог ледников на эту территорию [35]. Лишь для этого участка чётко определены число ледников (116) и их общая площадь (43,96 км<sup>2</sup>). На двух других участках, по данным Каталога 1982 г. [13], насчитывается

1335 ледников, общей площадью 259,5 км<sup>2</sup>. На всех трёх участках, по данным А.П. Васьковского [13, с. 5], находится 461 объект (ледники и снежники), общей площадью 185 км<sup>2</sup>, а по данным М.И. Малых – 282 ледника, общей площадью 179,87 км<sup>2</sup>.

В связи с этим результаты подсчётов сокращения площади оледенения, основанные на сравнении ситуаций 1948 и 2003 г. [2], трактуются либо как потеря 40% площади оледенения (сравнение с данными М.И. Малых), либо как потеря 70% (сравнение с данными Каталога). Мы располагаем также результатами исследований О.Н. Соломиной и Е.С. Филатова [38] о сокращении площади 62 корякских ледников с максимума малого ледникового периода до середины XX в. Эти данные сопоставлены с аналогичным по времени сокращением площади ледников гор Сунтар-Хаята и хр. Черского. Авторы делают вывод о значительно меньшем, по сравнению с другими исследованными горными районами, сокращении оледенения гор Сунтар-Хаята и хр. Черского. Близкие к альпийским и скандинавским величины депрессии границы питания получены ими только для Корякского нагорья. На 150 м, по их расчётам, увеличилась за это время высота концов ледников, на 700 м в среднем сократилась их длина. Если же строить предположения о возможности сохранения корякских ледников во время средневекового климатического оптимума, то следует обратить внимание на большую (800–1000 м) вертикальную протяжённость нескольких ледников на склонах горы Леда-

ной (2562 м). Такая протяжённость допускает возможность сохранения ледников даже при депрессии границы питания в 200–300 м.

#### **9. Ледниковая система Колымского нагорья.**

Данные об этой системе не попали в Каталог ледников СССР. В августе 1990 г. первые пять ледников на южном склоне Колымского нагорья на северном побережье Гижигинской губы Охотского моря обнаружила и исследовала научно-спортивная экспедиция из Магадана под руководством Р.В. Седова [24, 41]. Эта же экспедиция открыла в августе 1994 г. вторую группу из 14 ледников на п-ове Тайгонос, разделяющем Гижигинскую и Пенжинскую губы. Ледниковая система состоит из 19 ледников, в основном каровых и присклоновых, общей площадью 3,61 км<sup>2</sup>. На самом большом из них – карово-долинном леднике № 5 (Алеши Ударцева), размером 0,41 км<sup>2</sup>, в 1998 г. Р.В. Седов провёл измерения баланса массы: аккумуляция и абляция в целом по леднику составляла более 300 г/см<sup>2</sup>. Данные о динамике этих ледников отсутствуют.

**10. Ледниковая система Чукотского нагорья.** Это название появилось на карте совсем недавно – в 2011 г. [24, 41], несмотря на то, что четыре небольших ледника на хр. Пекульней обнаружил ещё С.В. Обручев во время Чукотской экспедиции 1933 г. Описание одного из них и фотографию он опубликовал [42]. Более основательно их изучил в 1955 г. А.П. Васьковский [10], но в многотомный Каталог ледников СССР данные об этих ледниках не попали. Уже после выхода Каталога – в 1980–2000-е годы – Р.В. Седов, ученик А.П. Васьковского, после детальных полевых исследований опубликовал более десяти статей [41] о морфологии, режиме и динамике ледников Чукотского нагорья. По Седову, это 47 небольших – каровых и присклоновых – ледников, общей площадью 13,53 км<sup>2</sup>, рассеянных на большой территории и образующих пять групп [24]. Самая большая группа (8,65 км<sup>2</sup>) и самый большой ледник – ледник Первенец (№ 4), размером 1,1 км<sup>2</sup>, располагаются вблизи залива Креста Берингова моря. В работе [50] показана динамика его поверхности в 1969–2008 гг. Поверхность ледника понижалась в среднем на 0,2 м/год в 1969–1986 гг. и на 0,9 м/год – в 1986–2008 гг. Р.В. Седов в конце многоснежной зимы 1988/89 г. измерил на нём слой общей аккумуляции, составивший 203 г/см<sup>2</sup> [34].

Скудость данных о ледниках Колымского и Чукотского нагорий в восьмидесятые годы

XX в. не позволила отразить в Атласе снежно-ледовых ресурсов мира общую картину распределения слоя аккумуляции–абляции на северо-востоке России. Обработка результатов Р.В. Седова позволяет это сделать сейчас. В 2011 г. в работе [24], на основе данных Р.В. Седова, определены географические координаты и слой аккумуляции–абляции в точках расположения семи групп ледников, на которые разделено оледенение этих двух систем (рис. 3). Каждой группе присвоен номер, изображённый голубым цветом: № 2–6 для Чукотского и № 8, 9 – для Колымского нагорий, № 1 – среднее значение для о. Врангеля по [19, 24, 35], № 7 – то же, для Корякии, № 10 – Сунтар-Хаята, № 11 – для гор Черского. Соединение этих данных с данными карт Атласа [8, с. 59, 162, 169] позволяет предложить новую изолинейную карту распределения средней аккумуляции–абляции на ледниках северо-востока. Значения в исходных точках показаны на ней большими цифрами чёрного цвета. Значения построенных по ним изолиний увеличиваются с СЗ на ЮВ, подтверждая принадлежность ледников Чукотского, Колымского и Корякского нагорий, а также хр. Черского и гор Сунтар-Хаята к Тихоокеанской гляциологической провинции. Изгибы изолиний над Анадырской низменностью и понижением рельефа между горами Корякии и Камчатки показывают преобладающие пути Тихоокеанских циклонов.

#### **Заключение**

Подводя итог, мы можем отметить, что на сегодняшний день располагаем достаточно точными данными о размерах ледников в 1950–70-е годы лишь по шести ледниковым системам из десяти. Здесь исследователям удалось обнаружить все ледники на крупномасштабных аэрофотоснимках. Площади оледенения гор Бырранга, Орулган и хр. Черского в 1950–70-е годы нуждаются в уточнении. Очень сложна ситуация с Корякским нагорьем (за исключением Мейныпильгынского хребта), где два разных источника [13, с. 5 и 67], исходя из результатов исследования данных одной и той же аэрофото-съемки, приводят величины сокращения площади оледенения, различающиеся на 30%.

Данные о площади оледенения в 2000–2010 гг. представлены результатами анализа космической съемки и легко поддаются проверке. Особые свойства снега и льда, высокая



**Рис. 3.** Карта средних величин аккумуляции–абляции на ледниках северо-востока России:  
 1 – номера исходных точек; 2 – изолинии аккумуляции–абляции, г/см²; 3 – значения аккумуляции–абляции в исходных точках, г/см²; 4 – граница постоянных морских льдов; 5 – граница сезонных морских льдов  
**Fig. 3.** Map of accumulation–ablation on glaciers at the North-East of Russia:  
 1 – numbers of initial points; 2 – isolines of accumulation–ablation, g/cm²; 3 – interprets of accumulation–ablation in the initial points, g/cm²; 4 – boundary of stable sea ices; 5 – boundary of seasonal sea ices

контрастность этих объектов позволяют для наблюдений за ними с успехом использовать космическую информацию [23, с. 259].

Опубликованные материалы о динамике ледников однозначно свидетельствуют о сокра-

щении площади оледенения и за последние 150, и за последние 50 лет. Интенсивность сокращения каждой из ледниковых систем в 50-летнем интервале изменяется в пределах 10–40% или более. Обращает на себя внимание увеличение

изменений площади ледников по направлению от Полярного Урала (22% по [47]) к горам Сунтар-Хаята (36%, по [45]) и далее к Корякскому нагорью (как минимум 40%, по [2, 6]). Такой расклад очень хорошо совпадает с распределением по территории России абсолютных разностей сезонных региональных трендов летней температуры воздуха за период 1976–2009 гг., опубликованный в [7]. На Полярном Урале тренды повышения температур составили 0,2 °С, в горах Сунтар-Хаята 0,4 °С, а на Корякском нагорье 0,7 °С. Что же касается 150-летнего сокращения ледников, можно сделать осторожное предположение, что оно составляет первые десятки процентов исходной площади.

Проведённый анализ показал, что ледниковые системы севера России исследовались неравномерно. Первой и пока единственной попыткой получить единообразные данные о состоянии ледников на определённый период времени было создание Каталога ледников СССР. Обзор первых результатов исследования состояния и изменений оледенения по данным космической съёмки с использованием информационных технологий позволяет говорить о необходимости организации систематических работ по созданию нового Каталога ледников России. Это даст возможность не только получить единую картину состояния современного оледенения, но и станет основой постоянного мониторинга.

### Литература

1. *Александрова Т.Д.* Открытие новых ледниковых районов на севере Евразии в XX веке // *Лёд и Снег*. 2010. № 3 (111). С. 133–136.
2. *Ананичева М.Д.* Современное состояние ледников Корякского нагорья и оценка их эволюции в середине текущего столетия // *Лёд и Снег*. 2012. № 1 (117). С. 15–23.
3. *Ананичева М.Д., Давидович Н.В., Кононов Ю.М., Корейша М.М., Ямада Т., Такахаша Ш., Шираива Т.* Ледники северного массива гор Сунтар-Хаята: изменения со времени Международного геофизического года // *МГИ*. 2003. Вып. 95. С. 86–92.
4. *Ананичева М.Д., Кренке А.Н.* Эволюция высот климатической снеговой линии и границы питания ледников на северо-востоке Сибири в XX веке // *МГИ*. 2005. Вып. 98. С. 225–232.
5. *Ананичева М.Д., Кренке А.Н.* Горное оледенение (на примере северо-востока Сибири и Камчатки) // *Оледенение Северной Евразии в недавнем прошлом и ближайшем будущем*. М.: Наука, 2007. С. 277–293.
6. *Ананичева М.Д., Капустин Г.А., Михайлов А.Ю.* Ледники Мейныпильгынского хребта: современное состояние и сценарий эволюции ледниковых систем // *Лёд и Снег*. 2012. № 2 (118). С. 40–50.
7. *Анисимов О.А., Жильцова Е.Л.* Об оценках изменений климата регионов России в XX в. и в начале XXI в. по данным наблюдений // *Метеорология и гидрология*. 2012. № 6. С. 95–107.
8. *Атлас снежно-ледовых ресурсов мира*: Т. 1. М: изд. РАН, 1997. 392 с.
9. *Башилавин Д.К.* Современные ледники хребта Орулган // *МГИ*. 1970. Вып. 16. С. 174–178.
10. *Васьковский А.П.* Современное оледенение Северо-Востока СССР // *Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР*: Вып. 9. Магадан, 1955. С. 71–91.
11. *Виноградов О.Н.* Завершение работ по созданию Каталога ледников СССР // *МГИ*. 1984. Вып. 51. С. 10–16.
12. *Виноградов О.Н., Голодковская Н.А., Корейша М.М., Серебрянный Л.Р.* Новые данные о современном и древнем оледенении гор Сунтар-Хаята (по материалам исследований 1970 г.) // *МГИ*. 1972. Вып. 19. С. 80–91.
13. *Виноградов О.Н., Коновалова Г.И., Сватков Н.М.* Каталог ледников СССР: Т. 20. Ч. 1. Корякское нагорье. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 78 с.
14. *Глазовский А.Ф., Носенко Г.А., Цветков Д.Г.* Ледники Урала: современное состояние и перспективы эволюции // *МГИ*. 2005. Вып. 98. С. 207–213.
15. *Давидович Н.В.* О возможности сохранения горного оледенения в условиях резко континентального климата в период климатического оптимума голоцена // *МГИ*. 2006. Вып. 100. С. 114–127.
16. *Евзеров В.Я.* Позднеплейстоцен-голоценовые трансгрессии на побережье Белого моря и Мурмана в связи с дегляциацией территории // *Геоморфология*. 2012. № 4. С. 53–64.
17. *Жидков В.А.* Поля снегозапасов и их подобие на ледниках Полярного Урала // *МГИ*. 2003. Вып. 95. С. 175–177.
18. *Иванов М.Н.* Эволюция оледенения Полярного Урала за последнее тысячелетие: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2012. 24 с.
19. *Каталог ледников СССР*. М.-Л.: Гидрометеиздат, 1965–1982.
20. *Коваленко Н.В., Поповнин В.В.* Современное состояние малых форм оледенения на северном уступе Ламских гор (плато Путорана) // *МГИ*. 2005. Вып. 98. С. 214–219.
21. *Корейша М.М.* Современное оледенение хребта Сунтар-Хаята // *Результаты исследований по программе МГП*. 1963. № 11. 170 с.
22. *Корейша М.М.* Оледенение Верхоянско-Колымской области // *Результаты исследований по международным геофизическим проектам*. М., 1991. 144 с.
23. *Котляков В.М.* Избранные сочинения: Кн. 2. Снежный покров и ледники Земли. М.: Наука, 2004. 448 с.
24. *Котляков В.М., Хромова Т.Е., Зверкова Н.М., Чернова Л.П., Носенко Г.А.* Две новые ледниковые системы на северо-востоке Евразии // *ДАН*. 2011. Т. 437. № 1. С. 108–113.
25. *Кренке А.Н.* Массообмен в ледниковых системах на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 288 с.
26. *Кренке А.Н., Ананичева М.Д., Демченко П.Ф., Кислов А.В., Носенко Г.А., Поповнин В.В., Хромова Т.Е.* Ледники и ледниковые системы // *Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем*. М.: изд. Росгидромета, 2012. С. 360–399.

27. *Малых М.И.* Современное оледенение Корякской горной системы // Изв. ВГО. 1958. Т. 90. Вып. 6. С. 507–521.
28. *Носенко Г.А., Носенко О.А.* Снежный покров Полярного Урала по данным современных микроволновых съемок AMSR-E // МГИ. 2006. Вып. 101. С. 176–183.
29. Оледенение Урала. М.: Наука, 1966. 355 с.
30. *Перов В.Ф.* Снежники, ледники и мерзлотный рельеф Хибинских гор // Результаты исследований по Междун. геофиз. проектам: Гляциология. № 22. М.: Наука, 1968. 177 с.
31. *Сарана В.А.* Ледники плато Путорана // МГИ. 2005. Вып. 98. С. 19–29.
32. *Седов Р.В.* Снежно-ледяные образования Южного Хараулаха и Северного Орулгана // МГИ. 1997. Вып. 83. С. 172–176.
33. *Седов Р.В.* Исследование характерных притоков ледников Буордаха // МГИ. 1998. Вып. 84. С. 179–183.
34. *Седов Р.В.* Роль ветра в колебаниях ледников Чукотки // МГИ. 1998. Вып. 84. С. 184–186.
35. *Седов Р.В.* Каталог ледников Северо-Восточной части Корякского нагорья // МГИ. 2001. Вып. 91. С. 195–224.
36. *Соломина О.Н.* Горное оледенение северной Евразии в голоцене. М.: Научный мир, 1999. 264 с.
37. *Соломина О.Н.* Климатические причины колебаний горных ледников в голоцене // Лёд и Снег. 2010. № 1 (109). С. 103–110.
38. *Соломина О.Н., Филатов Е.С.* Изменения горных ледников северо-востока России с максимума «малого ледникового периода» до середины XX века // Изв. РАН. Сер. геогр. 1998. № 2. С. 53–63.
39. *Ходаков В.Г.* Водно-ледовый баланс районов современного и древнего оледенения. М.: Наука, 1978. 194 с.
40. *Цветков Д.Г.* Фотогеодезический мониторинг горных ледников: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. геогр. наук. М.: ИГАН, 1990. 25 с.
41. *Чернова Л.П., Хромова Т.Е., Зверкова Н.М., Носенко Г.А., Муравьев А.Я.* Гляциологические провинции России и пояс минимальной снежности континента // Лёд и Снег. 2011. № 2 (114). С. 5–11.
42. *Шейнкман В.С.* Гляциология и палеогляциология горной системы Черского и сопредельных районов северо-востока СССР. М.: изд. Междунар. геофиз. комитета, 1987. 154 с.
43. *Шумский П.А., Михалев В.И., Цветков Д.Г.* Колебания ледника Обручева (Полярный Урал), их механизм и при-  
чины. Кинематика поверхности // МГИ. 1972. Вып. 20. С. 35–69.
44. *Briffa K.R., Jones P.D., Schweingruber F.H., Shiyatov S.G., Cook E.R.* Unusual twentieth-century summer warmth in a 1000-year temperature record from Siberia // Nature. 1995. V. 376. P. 156–158.
45. *Galanin A.A., Lytkin V.M., Fedorov A.N., Konstantinov P.Y., Ohata T., Enomoto H., Kadota T.* Cryosphere of Eurasian Mountains / Abstracts of the Intern. Conf. devoted to the opening of Central Asian Regional Glaciological Centre as a Category 2 Center under auspices of UNESCO / Executive Editor I.V. Seversky. Almaty: Institute of Geography, 2012. P. 18.
46. *Grosvald M.G., Kotlyakov V.M.* Present-day glaciers in the USSR and some data on their mass balance // Journ. of Glaciology. 1969. V. 8. № 52. P. 9–20.
47. *Shahgedanova M., Nosenko G., Bushueva I., Ivanov M.* Changes in area and geodetic mass balance of small glaciers, Polar Urals, Russia, 1950–2008 // Journ. of Glaciology. 2012. V. 58. № 211. P. 953–964.
48. *Solomina O.N., Ivanov M.N., Bradwell T.* Lichenometric studies on moraines in the Polar Urals // Geografiska Annaler. 2010. V. 92A. № 1. P. 81–99.
49. <http://www.webgeo.ru/index.php?r=98&page=1&id=717> Библиотека данных по гляциологии 1788–1955 гг.
50. <http://www.webgeo.ru/index.php?r=50&id=687> Материалы исследований Р.В. Седова – 2009.
51. <http://www.webgeo.ru/index.php?r=47> Электронная версия Каталога ледников СССР.

### Summary

The history of studies of ten mountain glacier systems in Russian Subarctic is analyzed in the paper (Fig. 1). The intensity of these systems reduction and the vertical extent of glaciers during last 150 and 50 years are compared with the climate warming in this part of Russia, the map of accumulation–ablation on glaciers of this region is given (Fig. 3). Very quick reaction of the glacier surface to climatic changes is shown. The precision of glaciers' size during 1960–1980 and 2000 are estimated and suggestion for future monitoring of glaciers size is made.