

АТМОСФЕРНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И КЛИМАТ

УДК 551.557

DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2017-5(99-106)

СРЕДНИЕ МНОГОЛЕТНИЕ ОСАДКИ НА ТЕРРИТОРИИ ГОРНОГО УЗЛА БЕЛУХИ  
(ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛТАЙ)

В.П. Галахов<sup>1,3</sup>, Р.Т. Шереметов<sup>2</sup>, С.Ю. Самойлова<sup>1</sup>, Е.В. Мардасова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт водных и экологических проблем СО РАН, 656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1, Россия; [galahov@iwep.ru](mailto:galahov@iwep.ru)

<sup>2</sup>Институт экологии человека СО РАН, 650065, Кемерово, Ленинградский просп., 10, Россия

<sup>3</sup>Алтайский государственный университет, 656049, Барнаул, просп. Ленина, 61, Россия

Представлены результаты расчета среднегоголетних осадков горного узла Белухи. Оценка выполнена с помощью разработанной авторами региональной методики, включающей сбор и обработку гидрометеорологических данных и расчет количества осадков на высоте фирновой границы ледников. По результатам расчетов составлена карта распределения среднегоголетних осадков горного узла Белухи. Выявлены пространственные особенности распределения осадков: если на наветренном склоне количество осадков растет пропорционально абсолютной высоте, то на подветренном оно зависит от расстояния до орографического барьера. По мере удаления от осевых частей горных хребтов происходит уменьшение увлажнения. Проверка полученных результатов методом гидрологического контроля показала их достоверность и возможность применения методики в других горно-ледниковых районах Алтая.

*Алтай, Белуха, ледники, осадки, увлажнение, поверхностный сток*

MEAN ANNUAL PRECIPITATION AT THE BELUKHA MOUNTAIN KNOT (CENTRAL ALTAI)

V.P. Galakhov<sup>1,3</sup>, R.T. Sheremetov<sup>2</sup>, S.Yu. Samoilova<sup>1</sup>, E.V. Mardasova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute for Water and Environmental Problems, SB RAS, 1, Molodezhnaya str., Barnaul, 656038, Russia; [galahov@iwep.ru](mailto:galahov@iwep.ru)

<sup>2</sup>Institute of Human Ecology, SB RAS, 10, Leningradsky ave., Kemerovo, 650065, Russia

<sup>3</sup>Altai State University, 61, Lenina ave., Barnaul, 656049, Russia

The paper presents calculation results of the mean annual precipitation in the Belukha mountain knot. The evaluation was carried out using the developed methodology that included collection and processing of available hydro-meteorological data, as well as calculation of precipitation at the height of the glaciers' firn lines. The calculation results allowed to construct a map of mean annual precipitation distribution in the Belukha knot. The revealed spatial features of the precipitation distribution demonstrated, in particular, that precipitation amount increases in proportion to the absolute height on the windward slope, whereas on the leeward slope it is governed by the distance to the orographic barrier. The atmosphere's moisture content is found to be reducing with the increasing distance from the axial parts of the mountain ranges. The validation of the obtained results by hydrological monitoring showed their reliability and possibility of the method application in other mountain glacier regions.

*Altai, Belukha, glaciers, precipitation, moisture, surface runoff*

ВВЕДЕНИЕ

Оценка увлажнения и стока горно-ледниковых районов Сибири является весьма сложной задачей. Дело в том, что горные районы мало освоены, а наблюдения за осадками немногочисленны и приурочены в основном к днищам межгорных котловин. Склоны хребтов, как правило, слабо изучены в гидрометеорологическом отношении.

Традиционные способы расчета среднегоголетнего количества осадков и величин поверхностного стока предполагают их зависимость от абсолютной высоты с учетом районирования [Ре-

сурсы..., 1969а; Семенов, 2007]. Кроме традиционных, разрабатываются методики корректировки архивных метеорологических данных с учетом топографических, отражательных и других свойств подстилающей поверхности (например, [Кислов и др., 2007; Кислов, Суркова, 2009]). Однако, во-первых, шаг сетки при подобной корректировке достаточно велик – 12.5 × 12.5 км [Кислов и др., 2007]. Во-вторых, как указывают сами авторы: “Непосредственная проверка полученных результатов, которая могла бы доказать, что предлагае-

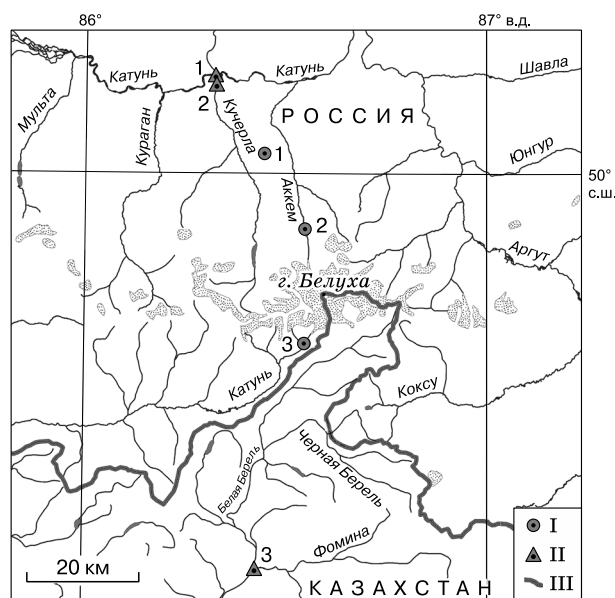
мый подход улучшает результаты моделирования, невозможна, так как отсутствует адекватная сеть наблюдений» [Кислов, Суркова, 2009, с. 51].

В свое время М.В. Троновым [1956] было предложено использовать ледники в качестве “природных осадкомеров” для оценки среднего многолетнего увлажнения на высоте фирновой границы. Реализация этой идеи осуществлена А.Н. Кренке [1982].

На основе идей М.В. Тронова и работы А.Н. Кренке [1982] нами была разработана региональная методика расчета средних многолетних осадков горно-ледниковых районов с использованием ледников [Галахов и др., 2013а]. Проверка методики проводилась методом гидрологического контроля, также предложенным М.В. Троновым, на примере Восточного Алтая и Западной Монголии [Галахов и др., 2013а]. В работе [Галахов и др., 2014] с использованием данной методики был выполнен расчет среднего многолетнего увлажнения в бассейне р. Аргут на основе данных Госкомгидромета и оледенения. В настоящей статье мы попытались оценить среднее многолетнее увлажнение горного узла Белухи (Центральный Алтай).

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Алтай – крупная горная страна, расположенная в Центральной Азии. Глубокое внутриконтинентальное положение горной страны, являющей-



**Рис. 1. Сеть наблюдений в районе горного узла Белухи.**

I – гидрометеостанции: 1 – Каратюрк, 2 – Аккем, 3 – Катунь; II – водомерные посты: 1 – Катунь–Тюнгур, 2 – Кучерла–Кучерла, 3 – Белая Берель–Берель; III – государственная граница между Российской Федерацией и Республикой Казахстан.

ся орографическим барьером на пути западных и юго-западных воздушных масс, определяет особенности ее климата, главными из которых являются господство антициклона в течение большей части года и уменьшение увлажнения при движении на юго-восток.

Горный узел Белухи находится в наиболее высокой части Алтайской горной страны в центральной части Катунского хребта. Центральный гребень массива Белухи вытянут в субширотном направлении и имеет среднюю высоту 4000 м. Вследствие этого данный район является одним из наиболее увлажненных на Алтае. Наибольшее количество осадков выпадает на западных и юго-западных склонах горы Белухи. Климат района суровый, с продолжительной холодной зимой и коротким летом с дождями и снегопадами.

Массив Белухи – один из крупнейших на Алтае центров оледенения. Здесь находится более 160 ледников общей площадью около 150 км<sup>2</sup>. Это почти 50 % ледников Катунского хребта и свыше 60 % площади его оледенения [Арефьев, Мухаметов, 1996]. Наиболее крупные ледники – Братьев Троновых, Сапожникова, Родзевича, Большой и Малый Берельский, Геблера – имеют площадь 10 км<sup>2</sup> и более.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка среднемноголетних осадков склонов хребтов основывалась на имеющихся данных метеорологических станций и постов (рис. 1).

Непосредственно в районе исследований инструментальные наблюдения ведутся на двух метеостанциях, расположенных на северном склоне массива: Аккем (абс. высота 2050 м) и Каратюрк (абс. высота 2600 м). На южном склоне около ледника Геблера в 1932–1935 гг. работала государственная метеорологическая станция (ГМС) Катунь. В разные годы в районе проводились наблюдения по четырем водомерным постам: Белая Берель–Берель (абс. высота 1120 м), Катунь–Белуха, Кучерла–Кучерла (абс. высота 900 м) и Аккем–Аккем (абс. высота 2050 м). Кроме того, для расчетов использовались данные по ГМС Катон–Карагай (абс. высота 1081 м) и водомерному посту Тюнгур (абс. высота 860 м). Также имеются данные снегомерных работ, проводившихся Алтайской гляциологической экспедицией в период Международного гидрологического десятилетия (МГД, 1965–1974) [Галахов, Данилкин, 1974; Галахов, 2003].

Сеть наблюдений в районе исследований представлена на рис. 1.

Предыдущие исследования [Галахов и др., 2013а, 2014] показали, что пространственное распределение осадков на подветренных и наветренных склонах горных хребтов имеет существенные

различия. Так, в бассейне р. Чуя на наветренных склонах горных хребтов количество осадков растет в зависимости от увеличения абсолютной высоты местности. На подветренных склонах эта связь теряется, и количество осадков уменьшается по мере удаления от орографического барьера. Поэтому в данной работе оценка количества осадков выполнялась отдельно для подветренных и наветренных склонов.

Для оценки увлажнения *наветренных склонов* горного узла использовались данные о средних многолетних осадках метеорологических станций и постов. Сведения об осадках по водомерному посту Берель взяты из монографии “Физическая география Восточного Казахстана” [Егорина и др., 2012], по метеостанции Катон–Карагай – из “Научно-прикладного справочника по климату СССР” [1989]. Осадки за холодный сезон (октябрь–март) по метеостанции Катунь определены на основе снегомерных работ в бассейне р. Белая Берель и наблюдений по дистанционным снегомерным рейкам в верховьях р. Катунь [Галахов, Данилкин, 1974; Галахов, 2003]. Осадки за теплый сезон (апрель–сентябрь) определены по графику связи за период совместных наблюдений на метеостанциях Аккем и Белуха (1933–1935 гг., число коррелируемых членов ряда 12, коэффициент корреляции равен 0.89). Средние многолетние осадки по метеостанции Аккем приводятся в “Справочнике по климату СССР” [1969].

Для *подветренных склонов* горного узла использовались данные о средних многолетних осадках метеорологических станций и постов. Средние многолетние осадки по водомерному посту Тюнгур, метеостанциям Аккем и Каратюрк приводятся в [Справочник..., 1969]. Средние многолетние осадки по водомерному посту определены по графику связи за период совместных наблюдений на водомерных постах Тюнгур и Кучерла (коэффициент корреляции 0.95). Расчет среднемноголетних осадков на ледниках производился на основе методики А.Н. Кренке [1982], позволяющей рассчитать абляцию–аккумуляцию на высоте фирновой границы ледников:

$$A = 1.33 (t_{\text{sum}} + 9.66)^{2.85}, \quad (1)$$

где  $A$  – стаявший слой на высоте границы питания;  $t_{\text{sum}}$  – средняя многолетняя температура воздуха за летний период (июнь–август) на высоте границы питания.

Величина  $A$ , определяемая для групп из 5–12 ледников разных морфологических типов, характеризует аккумуляцию, в которую входит дополнительно к фоновым осадкам лавинный и метелевый перенос.

Предыдущие исследования показали, что для Алтая в формулу (1) следует ввести региональный коэффициент, учитывающий экспозицию ледни-

ков при переходе от обобщенной формулы Кренке к расчетам в рассматриваемом регионе [Галахов, Мухаметов, 1999]:

Экспозиция	С	СВ, СЗ	В, З	ЮВ, ЮЗ	Ю
Коэффициент	0.82	0.94	1.07	1.19	1.31

Для перевода полученной величины абляции–аккумуляции в средние многолетние осадки, использовался коэффициент концентрации, показывающий отношение аккумулярованного снега на леднике к фоновым снегозапасам, не искаженным лавинами и метелями. Расчет производился по зависимости, полученной ранее на основании непосредственных наблюдений за снегонакоплением на ледниках [Галахов, 2008]. Данная зависимость (рис. 2) применима лишь к каровым и долинным ледникам, поэтому расчеты выполнены для ледников только этих морфологических типов площадью более 0.5 км<sup>2</sup>.

Следует отметить, что методика для расчета абляции–аккумуляции на высоте фирновой границы разрабатывалась в условиях относительной стационарности ледников, соответственно, для корректных расчетов в период оценки положения фирновой границы ледники не должны сильно изменяться. Экспериментальные наблюдения в бассейне Актру (ледник Малый Актру) показали, что выполнение условий стационарности длилось примерно до середины 1990-х гг. В настоящее время (последние 15 лет) в связи с резким ростом летних температур ледники Алтая интенсивно отступают, теряя до половины своего вещества с начала инструментальных наблюдений [Галахов и др., 2013б; Самойлова и др., 2014], и использование современных наблюдений за высотой фирновой границы некорректно. Поэтому и в предыдущих [Галахов и др., 2013а, 2014], и в данной работах для определения высоты фирновой границы авторы использовали данные Каталогов ледников, которые были опубликованы в 1980-е гг. [Ресурсы..., 1969б, 1978].

Оценка увлажнения на ледниках также выполнялась отдельно для наветренных и подветренных склонов.

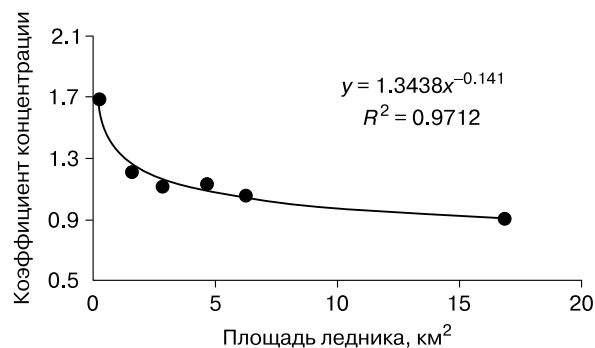


Рис. 2. Зависимость коэффициента концентрации от площади ледников для Алтая [Галахов, 2008].

Таблица 1. Расчет средних многолетних осадков на высоте фирновой границы в верховьях Катуня

Номер ледника [Ресурсы..., 1969б, 1978]	Экспозиция	$S$ , км <sup>2</sup>	$H_{f,line}$ , м	$T_{f,line}$ , °С	Абляция–аккумуляция, мм	Средние многолетние осадки, мм
11	СЗ	1.1	2750	3.0	1744	1315
12	З	0.5	2750	3.1	2023	1365
13	ЮЗ	9.0	2800	1.6	1558	1580
14	ЮВ	3.0	2800	2.4	1915	1664
15	ЮВ	1.5	2850	2.3	1853	1460
16	Ю	5.6	2850	1.7	1791	1695
Среднее						1513

Примечание к табл. 1, 2.  $S$  – площадь ледника;  $H_{f,line}$  – высота фирновой линии;  $T_{f,line}$  – средняя многолетняя температура воздуха за летний период (июнь–август) на высоте фирновой линии.

Таблица 2. Расчет средних многолетних осадков на высоте фирновой границы в бассейне Аккема

Номер ледника [Ресурсы..., 1969б, 1978]	Экспозиция	$S$ , км <sup>2</sup>	$H_{f,line}$ , м	$T_{f,line}$ , °С	Абляция–аккумуляция, мм	Средние многолетние осадки, мм
203	В	1.8	1950	1.5	1390	1124
204	В	0.8	2900	2.0	1204	868
205	С	10.4	3000	0.0	694	719
206	СЗ	1.5	3000	1.2	1128	888
207	З	1.8	3100	0.5	1050	848
208	СЗ	1.5	3120	0.4	897	707
209	СЗ	0.9	3100	0.6	955	700
211	СВ	2.0	3050	0.8	1008	827
212	С	1.1	3060	0.9	893	673
213	С	0.3	3000	1.4	1028	645
214	С	1.2	3000	1.3	995	759

Для оценки абляции–аккумуляции на высоте фирновой границы по методу Кренке [1982] на *наветренных склонах* горного узла использовалось оледенение в бассейнах Белой Берели, верховой Катуня и Капчала (в качестве примера приводится расчет в верховьях Катуня, табл. 1). Переход от абляции–аккумуляции к средним многолетним осадкам выполнен с помощью полученных ранее коэффициентов концентрации [Галахов, 2008].

На *подветренных склонах* оценка абляции–аккумуляции и увлажнения проводилась для ледников бассейнов Кучерлы, Аккема и Иедыгема (в качестве примера приводится расчет в верховьях Аккема, табл. 2).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Имеющиеся материалы метеорологических станций и постов и выполненные авторами расчеты среднемноголетних осадков на высоте фирновой границы ледников позволили построить карту распределения средних многолетних осадков в районе горного узла Белухи (рис. 3).

Так же как и для бассейна Чуи [Галахов, 2013а], пространственное распределение осадков на подветренных и наветренных склонах горного

узла Белухи имеет свои особенности. На наветренном склоне средние многолетние осадки связаны с абсолютной высотой (рис. 4).

Исследования В.И. Якубовского и Ю.К. Нарожного по определению снегонакопления на фирновом плато Белухи (ледник Геблера) и в фирновом бассейне ледника Братьев Троновых на высоте около 4000 м показали, что полученная авторами зависимость им не противоречит. По оценке Ю.К. Нарожного [1997], среднее многолетнее количество осадков составляет 2000 мм. Экстраполяция зависимости, полученной авторами, дает величину 2130 мм. Такое совпадение кажется авторам вполне показательным.

На подветренном склоне средние многолетние осадки связаны с удалением от орографического барьера (осевые линии главного хребта и равновысотных ему отрогов, рис. 5).

Материалы снегомерных работ в бассейне р. Аккем в период МГД показали, что на леднике Родзевича слой снега, выпавший на высоте фирновой линии, составляет 750 мм. В расчете средних многолетних осадков по методу Кренке с учетом коэффициента концентрации получено значение 719 мм (№ 205 в табл. 2). Однократные снегосьем-



Рис. 3. Среднее многолетнее количество осадков (изолинии в мм) для горного узла Белухи.

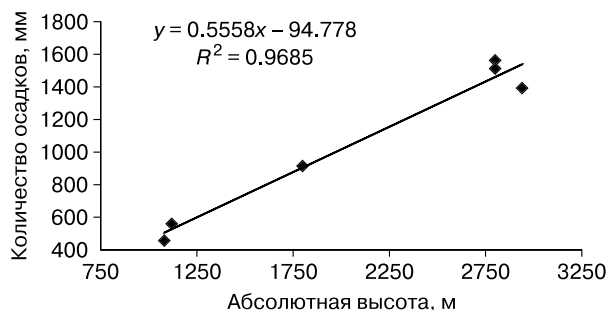


Рис. 4. Зависимость количества средних многолетних осадков для наветренных склонов горного узла Белухи от абсолютной высоты.

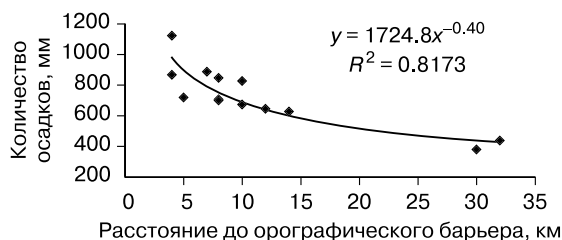


Рис. 5. Зависимость количества средних многолетних годовых осадков в бассейне р. Аккем от расстояния до орографического барьера.

Таблица 3. Морфометрические данные, среднее многолетнее увлажнение и средний сток бассейнов горного узла Белухи

Река	Пост	F, км <sup>2</sup>	H <sub>ав</sub> , м	X <sub>ав</sub> , мм	h <sub>ав</sub> , мм
Белая Берель	Берель	1040	—	1068	779
Аккем	Аккем	78.9	2900	1033	903
Кучерла	Кучерла	627	2300	932	679

Примечание. F – площадь водосбора; H<sub>ав</sub> – средняя высота водосбора; X<sub>ав</sub> – средние многолетние осадки; h<sub>ав</sub> – средний многолетний слой стока.

ки на других ледниках бассейна показали, что в год, близкий по снегонакоплению к среднему многолетнему (например, 1973 г.), расчеты и непосредственные наблюдения различаются не более чем на 10 %. В годы с большой разницей по отношению к среднему многолетнему снегонакоплению ошибки увеличиваются до 20–25 % (например, 1974, 1975 гг.). Очевидно, что снегосъемки на ледниках в годы, не являющиеся средними по снежности, не могут характеризовать среднее многолетнее количество осадков на высоте фирновой границы, даже если учитывается снежность по близлежащей метеорологической станции.

Как и для бассейна р. Аргут, авторы попытались проверить полученные данные с помощью метода гидрологического контроля (по М.В. Тронову [1956]).

В бассейне р. Белая Берель (водомерный пост Берель) наблюдения за стоком проводятся с 1958 г. В бассейне р. Аккем (водомерный пост Аккем) наблюдения проводились в 1933–1935, 1952–1963, 1965–1976, 1978, 1980, 1983, 1987–1994 гг. В бассейне р. Кучерла (водомерный пост Кучерла) наблюдения проводились в 1932–1933 гг., возобновлены в 1963 г. Материалы гидрометрических наблюдений на р. Катунь (водомерный пост у подножия Белухи) имеются лишь за весьма короткий период 1933–1935 гг., поэтому в расчетах они не участвовали. Полученные значе-

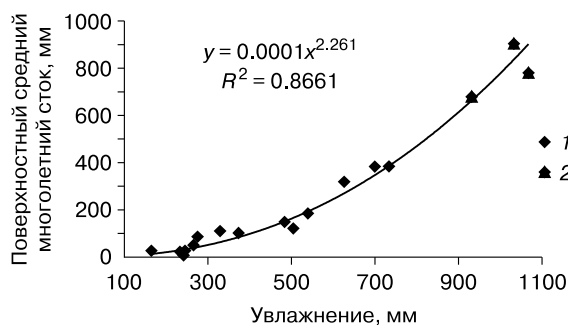


Рис. 6. Зависимость поверхностного среднего многолетнего слоя стока (точки 1) от увлажнения (средние многолетние осадки) в бассейнах с оледенением Юго-Восточного и Центрального Алтая.

Точки 2 – вновь полученные значения.

ния средних многолетних осадков и среднего многолетнего слоя стока приведены в табл. 3.

Для гидрологического контроля три вновь определенные точки нанесены на совмещенный график зависимости слоя стока от увлажнения, полученный ранее по материалам Чуйской котловины, верховьев р. Ховд и бассейна р. Аргут (рис. 6).

Как видно на рис. 6, точки, характеризующие бассейны горного узла Белухи, довольно удачно вписались в обобщенную зависимость. Высокий коэффициент корреляции говорит о достоверности полученных значений.

## ВЫВОДЫ

Расчет среднемноголетнего увлажнения на высоте фирновой границы ледников с использованием методики А.Н. Кренке и коэффициентов концентрации, данные натурных наблюдений сети метеорологических станций и водомерных постов позволили оценить увлажнение массива Белухи и построить карту среднемноголетних осадков.

Выявлены особенности пространственного распределения количества осадков горного узла:

на наветренном склоне увлажнение зависит от абсолютной высоты, на подветренном – от расстояния до орографического барьера. Эти закономерности характерны и для других районов Алтая.

Проверка полученных материалов методом гидрологического контроля, предложенным М.В. Троновым, а также данные снегомерных съемок и балансовых наблюдений на ледниках подтвердили достоверность выполненных расчетов. Как и в предыдущих работах авторов [Галахов и др., 2013а, 2014], идея М.В. Тронова о возможности использования ледников в качестве “осадкомеров” подтвердилась. Разработанная методика позволяет определять как среднее многолетнее увлажнение, так и средний многолетний слой стока в малоизученных горно-ледниковых бассейнах Алтая.

### Литература

- Арефьев В.Е.** На ледниках Алтая и Саян / В.Е. Арефьев, Р.М. Мухаметов. Барнаул, Изд-во Комитета администрации Алт. края по образованию, 1996, 176 с.
- Arefiev, V.E., Mukhametov, R.M., 1996. On the Altai and Sayany Glaciers. Izd-vo Komiteta Alt. kr. po obr., Barnaul, 176 pp. (in Russian)
- Галахов В.П.** Материалы наблюдений над снежным покровом и осадками в горах (маршрутные снегомерные съемки и наблюдения по суммарным осадкомерам) за 1964–1973 гг. / В.П. Галахов, Я.Н. Данилкин. Новосибирск, ЗапСибРНИГМИ, 1974, 122 с.
- Galakhov, V.P., Danilkin, Y.N., 1974. Materials of observations of snow cover and precipitations in the mountains (snow course surveys and readings of total precipitation gauges) in the period from 1964 to 1973. ZapSibRNIgMI, Novosibirsk, 122 pp. (in Russian)
- Галахов В.П.** Ледники Алтая / В.П. Галахов, Р.М. Мухаметов. Новосибирск, Наука, 1999, 136 с.
- Galakhov, V.P., Mukhametov, R.M., 1999. Glaciers of Altai. Nauka, Novosibirsk, 136 pp. (in Russian)
- Галахов В.П.** Условия формирования и расчет максимальных снегозапасов в горах / В.П. Галахов. Новосибирск, Наука, 2003, 104 с.
- Galakhov, V.P., 2003. Conditions for maximum mountain snow reserves accumulation and their calculations. Nauka, Novosibirsk, 104 pp. (in Russian)
- Галахов В.П.** Возможность использования ледников для оценки увлажнения (по исследованиям в Юго-Восточном Алтае) // Мир науки, культуры, образования, 2008, № 3 (10), с. 11–14.
- Galakhov, V.P., 2008. The possibility of using glaciers in the evaluation of humidification (based on the studies of glaciers in southeastern Altai). Mir nauki, kultury i obrazovaniya, No. 3 (10), 11–14.
- Галахов В.П.** Оценка среднего многолетнего увлажнения и поверхностного стока бессточного бассейна реки Ховд (Западная Монголия) / В.П. Галахов, О.В. Ловцкая, С.Ю. Самойлова и др. Барнаул, Азбука, 2013а, 109 с.
- Galakhov, V.P., Lovtskaya, O.V., Samoilo, S.Yu., et al., 2013a. Estimation of mean annual humidification and surface runoff in the Khovd closed drainage basin (western Mongolia). Azbuka, Barnaul, 109 pp. (in Russian)
- Галахов В.П., Самойлова С.Ю., Шевченко А.А., Шереметов Р.Т.** Скорость изменения объема ледника Малый Актру (Алтай) за период инструментальных наблюдений // Изв. АлтГУ, 2013б, вып. 3/2 (79), с. 147–150.
- Galakhov, V.P., Samoilo, S.Yu., Shevchenko, A.A., Sheremetov, R.T., 2013b. Velocity of changes in volume of the Maly Aktru glacier (Altai) during the period of instrumental observations. Izvestia AltGU, iss. 3/2 (79), pp. 147–150.
- Галахов В.П.** Ледники как индикаторы среднего многолетнего увлажнения: развитие идей М.В. Тронова / В.П. Галахов, О.В. Ловцкая, С.Ю. Самойлова, Р.Т. Шереметов. Барнаул, Азбука, 2014, 88 с.
- Galakhov, V.P., Lovtskaya, O.V., Samoilo, S.Yu., Sheremetov, R.T., 2014. Glaciers as indicators of mean long-term humidity: further development of M.V. Tronov's ideas. Azbuka, Barnaul, 88 pp. (in Russian)
- Егорина А.В.** Физическая география Восточного Казахстана: Учеб. пособие / А.В. Егорина, Ю.К. Зинченко, Е.С. Зинченко. Усть-Каменогорск, Восточно-Казахст. ун-т, 2012, 182 с.
- Egorina, A.V., Zinchenko, Yu.K., Zinchenko, E.S., 2012. Physical Geography of the East Kazakhstan Region. Teaching Guide. Vostochnno-Kazakhstanskii Universitet, Ust-Kamenogorsk, 182 pp. (in Russian)
- Кислов А.В., Георгиади А.Г., Алексеева Л.И., Борodin О.П.** Построение полей температуры воздуха и атмосферных осадков в районах с редкой измерительной сетью (на примере бассейна р. Лена) // Метеорология и гидрология, 2007, № 8, с. 29–36.
- Kislov, A.V., Georgiadi, A.G., Alexeeva, L.I., Borodin, O.P., 2007. Air temperature and atmospheric precipitation fields in the regions with a sparse measurement network (a case study of Lena river basin). Meteorologia i Hidrologia, No. 8, 29–36.
- Кислов А.В., Суркова Г.В.** Пространственно-детализированный климатический прогноз температуры воздуха и осадков Восточной Сибири на основе учета локальных особенностей подстилающей поверхности // Метеорология и гидрология, 2009, № 3, с. 43–51.
- Kislov, A.V., Surkova, G.V., 2009. Space-detailed climatic forecasting of air temperature and precipitation in Eastern Siberia on the basis of accounting for local features of the underlying surface. Meteorologia i Hidrologia, No. 3, 43–51.
- Кренке А.Н.** Массообмен в ледниковых системах на территории СССР / А.Н. Кренке. Л., Гидрометеиздат, 1982, 288 с.
- Krenke, A.N., 1982. Mass Exchange in Glacier Systems on the Territory of the USSR. Gidrometeoizdat, Leningrad, 288 pp. (in Russian)
- Нарожный Ю.К.** Гляциологические исследования в горном узле Белухи // Вопр. географии Сибири, 1997, вып. 22, с. 106–120.
- Narozhny, Yu.K., 1997. Glaciological Research in the Belukha mountain knot. Problems of geography of Siberia. Tomsk, iss. 22, pp. 106–120. (in Russian)
- Научно-прикладной справочник по климату СССР.** Сер. 3, ч. 1–6, вып. 18. Кн. 2. Л., Гидрометеиздат, 1989, 440 с.
- Scientific and Applied Reference Book on Climate of the USSR, 1989. Ser. 3, Parts 1–6, iss. 18. Book 2. Gidrometeoizdat, Leningrad, 440 pp. (in Russian)
- Ресурсы поверхностных вод СССР.** Алтай и Западная Сибирь. Т. 15, вып. 1. Горный Алтай и Верхний Иртыш / Под ред. В.А. Семенова. Л., Гидрометеиздат, 1969а, 319 с.
- Semenov, V.A. (Ed.), 1969a. Surface Water Resources of the USSR. Altai and Western Siberia. Vol. 15, iss. 1. The Altai Mountains and upper course of the Irtysh River. Gidrometeoizdat, Leningrad, 319 pp. (in Russian)

**Ресурсы** поверхностных вод. Каталог ледников СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 1. Бассейны левых притоков Иртыша. Ч. 1–3. Бассейн р. Кабы. Бассейны рек Курчума, Бухтармы, Ульбы, Убы. Л., Гидрометеоздат, 1969б, 80 с.

Surface Water Resources. Catalogue of Glaciers of the USSR, 1969b. Vol. 15. Altai and Western Siberia. Iss. I. Basins of the left-bank tributaries of the Irtysh River. Parts 1–3. The Kaba River basin. The Kurchuma, Bukhtarma, Ulba, and Uba Rivers Basins. Gidrometeoizdat, Leningrad, 80 pp. (in Russian)

**Ресурсы** поверхностных вод. Каталог ледников СССР. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 1. Горный Алтай и Верхний Иртыш. Ч. 4. Бассейн верховьев р. Катунь. Л., Гидрометеоздат, 1978, 79 с.

Surface Water Resources. Catalogue of Glaciers of the USSR, 1978. Vol. 15. Altai and Western Siberia. Iss. I. The Altai Mountains and upper course of the Irtysh River. Part 4. Basin of the upper reaches of the Katun' River. Gidrometeoizdat, Leningrad, 79 pp. (in Russian)

**Самойлова С.Ю., Шевченко А.А., Шереметов Р.Т.** Современные тенденции состояния малых ледников Центрального Алтая на основе экспериментальных данных // Изв. РГО, 2014, т. 146, вып. 1, с. 29–34.

Samoilova, S.Yu., Shevchenko, A.A., Sheremetov, R.T., 2014. Current trends in the state of small glaciers in Central Altai, on the basis of experimental data. Izv. RGO, 146 (1), 29–34.

**Семенов В.А.** Ресурсы поверхностных вод гор России и сопредельных территорий / В.А. Семенов. Горно-Алтайск, РИО Горно-Алт. гос. ун-та, 2007, 147 с.

Semenov, V.A., 2007. Mountain Surface Water Resources of Russia and the Adjacent Regions. RIO Gorno-Alt. un-ta, Gorno-Altai, 147 pp. (in Russian)

**Справочник** по климату СССР. Влажность воздуха, атмосферные осадки, снежный покров. Ч. IV, вып. 20. Л., Гидрометеоздат, 1969, 333 с.

Reference Book on the USSR Climate, 1969. Air humidity, atmospheric precipitation, snow cover. Part IV, iss. 20. Gidrometeoizdat, Leningrad, 333 pp. (in Russian)

**Тронов М.В.** Вопросы связи между климатом и оледенением / М.В. Тронов. Томск, Изд-во Том. ун-та, 1956, 202 с.

Tronov, M.V., 1956. Issues of the relationships between climate and glaciation. Izd-vo Tomsk University, Tomsk, 202 pp. (in Russian)

*Поступила в редакцию  
14 июля 2015 г.*