

- banka dannyh struktury drevesiny // Gornye jekosistemy i ih komponenty / Tr. mezhdunar. konf. Ch. 3. – M.: KMK, 2007. – S. 143–147.
10. Jacenko-Hmelevskij A.A. Principy sistematiki drevesiny // Tr. Botan. in-ta AN Arm. SSR. T. 5. – Erevan, 1948. – S. 5–155.
11. *Nehjudova M.V., Chavchavadze E.S.* Opyt ocenki drevesiny predstavitelej porjadka Magnoliевye kak syr'ja dlja CBP // Mat-ly XXVI sessii Komissii im. L.A. Ivanova po anatomii, fiziologii i jekologii lesnyh rastenij. VBO. Petrozavodsk, 1991.
12. *Nehjudova M.V.* Sravnitel'no-anatomicheskoe izuchenie drevesin, ispol'zuemyh v celljulozno-bumazhnoj promyshlennosti: dis. ... kand. biol. nauk. – SPb., 1992. – 224 s.
13. *Baas P.* The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae) and its ecological and phylogenetic significance // *Blumea*. – 1973. – Vol. 21. – P. 193–258.
14. *Jeje A.A., Zimmermann M.H.* Resistance to water flow in xylem vessels // *J. Exp. Bot.* – 1979. – Vol. 30. – № 6. – P. 817–827.
15. *Chavchavadze E.S., Sizonenko O.Ju.* Strukturnye osobennosti kustarnikov i kustarnichkov arkticheskoy flory Rossii / Otv. red. *V.M. Eremin*. – SPb.: Rostok, 2002. – 272 s.
16. *Carlquist S.* Wood anatomy of Compositae: a summary, with comments on factors controlling wood evolution // *Aliso*. – 1966. – Vol. 6. – № 2. – P. 25–44.
17. *Carlquist S.* Further concepts in ecological wood anatomy, with comments on recent work in wood anatomy and evolution // *Aliso*. – 1980. – Vol. 9. – № 4. – P. 499–553.
18. *Carlquist S.* Wood anatomy of Onagraceae further species root anatomy significance of vestured pits and all. led structures in Dicotyledons // *Ann. Missouri Bot. Gard.* – 1982. – Vol. 69. – № 4. – P. 755–769.



УДК 556.168

Д.А. Прысов, А.В. Мусохранова

**ИЗМЕНЕНИЯ МЕЖЕННОГО СТОКА РЕК КРИОЛИТОЗОНЫ СРЕДНЕЙ СИБИРИ
ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТА***

D.A. Prysov, A.V. Musokhranova

**THE CHANGES OF THE LOW-FLOW DISCHARGE OF THE RIVERS OF PERMAFROST ZONE
OF CENTRAL SIBERIA UNDER THE INFLUENCE OF THE CLIMATE**

Прысов Д.А. – асп. каф. лесных культур Сибирского государственного технологического университета, г. Красноярск. E-mail: dimka21223@mail.ru

Мусохранова А.В. – асп., мл. науч. сотр. лаб. лесоведения и почвоведения Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск. E-mail: nastya.krasn@mail.ru

Prysov D.A. – Post-Graduate Student, Chair of Forest Cultures, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. E-mail: dimka21223@mail.ru

Musokhranova A.V. – Post-Graduate Student, Junior Staff Scientist, Lab. of Forest and Soil Sciences, Institute of Wood named after V.N. Sukachyov, SBRAS, Krasnoyarsk. E-mail: nastya.krasn@mail

*Работа выполнена при поддержке гранта правительства РФ №14.B25.31.0031.

Данное исследование посвящено вопросу изменения меженного стока рек под влиянием климата. Целью исследований является анализ изменения зимнего меженного стока рек криолитозоны Средней Сибири под влиянием климата, выявление зависимости минимального стока от комплекса гидроклиматических параметров. Объектами исследований служили восемь экспериментальных водосборных бассейнов рек криолитозоны Средней Сибири, расположенных в пределах трех лесорастительных зон: лесотундры и северных редколесий, северной и средней тайги. Для выбранных водосборов построены графики изменения во времени значений меженного стока, графики, отражающие зависимость минимального стока от гидроклиматических факторов. К анализу были привлечены фондовые материалы УГМС – данные многолетних наблюдений за стоком на восьми гидрологических постах и атмосферными осадками на метеостанциях исследуемого региона, длительность рядов наблюдений на отдельных объектах составляет более 50 лет. При обработке и анализе данных при построении зависимости меженного стока рек от климатических факторов использовался метод множественного регрессионного анализа. Были построены гидрологические модели, отражающие зависимость минимального стока рек от комплекса гидроклиматических параметров. Анализ моделей свидетельствует о том, что зимний меженный сток исследуемых рек в значительной степени связан с жидкими атмосферными осадками в теплый период и с температурой воздуха в период с августа по февраль. Для всех водосборов увеличение минимального стока связано с ростом жидких атмосферных осадков и ростом октябрьских температур воздуха. В формировании минимального стока принимает определенное участие мерзлотная влага периодически оттаивающих в весенне-летний период верхних горизонтов почв, особенно отчетливо эта связь проявляется при сочетании с выпадением жидких атмосферных осадков, проникающих к горизонту промерзания и вызывающих подтаивание мерзлоты.

Ключевые слова: меженный сток, климатические факторы, водосборные бассейны, гидрологический режим, криолитозона Средней Сибири.

This research is devoted to the question of change of a low-flow drain of the rivers under the influence of the climate. The purpose of the research was the analysis of change of a winter low-flow drain of the rivers of the permafrost zone of Central Siberia under the influence of climate, detection of dependence of the minimum drain on the complex of hydroclimatic parameters. To the analysis stock materials were drawn UGMS data long-term observations of runoff at eight hydrological stations and the precipitation at the meteorological stations of the studied area, the duration of the series of observations at individual facilities was more than 50 years. In the processing and analysis of data for construction of the dependence of the low-flow runoff from climatic factors the method of multiple regression analysis was used. The analysis of hydrological models demonstrated that the winter low-flow drain of the studied rivers substantially was connected with a liquid atmospheric precipitation during the warm period and with air temperature during the period from August to February. For reservoirs the increase in the minimum drain was connected with growth of a liquid atmospheric precipitation and growth of October air temperatures. In the formation of a certain minimum flow took part periodically thawing permafrost moisture in spring-summer period the upper soil horizons, especially clearly this relationship manifested itself in the combination with the fallout of the liquid precipitation, penetrating to the horizon of freezing and thawing of permafrost causing.

Keywords: low flow, climatic factors, reservoir ponds, hydrological regime, permafrost of Central Siberia.

Введение. Изучение процессов формирования и изменения речного стока как элемента водного баланса суши дает возможность рассмотреть изменения меженного стока в различных природно-климатических зонах в связи с изменениями климата.

Вопросам формирования и изменения зимнего минимального стока рек в условиях Сибири посвящено довольно большое количество работ и исследований [1–3, 5–7, 17]. В этих работах описываются условия изменения и зависимости зимнего меженного стока от влияния определенных факторов для отдельных районов. В качестве основных определяющих его факторов называются мерзлотные, климатические и гидрогеологические условия.

Особый интерес для расчетов изменения минимального зимнего стока представляет выявление линейных трендов во временном распределении именно меженных расходов по годам, которые наиболее полно отражают вариации составляющей минимальный сток в течение гидрологического года [5]. Истинно меженным стоком для рек Средней Сибири служит зимний сток с ноября по апрель, когда реки покрыты льдом и в их питании принимают участие только подземные воды. В данной статье представлены основные климатические особенности, влияющие на изменение минимального стока рек криолитозоны Средней Сибири.

Цель исследований: проанализировать изменения меженного стока рек криолитозоны Средней Сибири под влиянием климата, выявить зависимость минимального зимнего стока от комплекса гидроклиматических параметров.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований служили восемь экспериментальных водосборных бассейнов рек криолитозоны Средней Сибири, расположенных в пределах трех лесорастительных зон: лесотундры и северных редколесий, северной и средней тайги [8]. Для выбранных водосборов построены графики изменения во времени значений меженного стока, графики, отражающие зависимость минимального стока от гидроклиматических факторов.

Чтобы выполнить многофакторную оценку различных климатических факторов в формировании зимнего меженного стока, был выполнен множественный регрессионный анализ. В отличие от анализа одного фактора, множественный регрессионный анализ позволяет оценивать не только влияние целого комплекса факторов, определяющих зимний сток, но также и определять вклад каждого фактора в процесс и причинно-следственные связи между ними. Мы использовали метеорологические параметры, такие как средний минимальный сток за период зимней межени, среднюю месячную температуру воздуха и количество осадков за теплый период.

Для формирования базы данных были привлечены фондовые материалы УГМС – данные многолетних наблюдений за стоком на восьми гидрологических постах и атмосферными осад-

ками на метеостанциях исследуемого региона [17]. Длительность рядов наблюдений на отдельных объектах составляет более 50 лет.

Результаты исследований и их обсуждение. Согласно анализу гидрологического режима изучаемых рек, основная доля стока (до 90–95 % от годового) приходится на теплое время года, т. е. зимняя межень не превышает 10 %, а на отдельных реках, таких как Тембенчи, минимальный зимний меженный сток не превышает 3 % от годового. Это связано с тем, что большая часть этих рек, за исключением р. Турухан и Подкаменная Тунгуска, не имеют грунтового питания, т. е. сток формируется за счет талых вод и дождей [16].

Внутригодовое распределение стока чувствительно к изменениям как атмосферных осадков, так и температуры воздуха. При этом важным моментом является не только величина этих изменений, но и сезоны (месяцы) их проявлений [5]. На некоторых реках, таких как Таймура, Ерачимо, пик половодья приходится на май; на Подкаменной Тунгуске – вторую половину мая – начало июня; на Турухане – май-июнь; на Тембенчи – конец мая – начало июня, а для остальных рек – июнь-июль. Продолжительность половодья определяется, прежде всего, ходом суточных температур, а также выпадением жидких атмосферных осадков в этот период времени. В период летне-осенней межени происходит постепенное снижение уровня, которое растягивается на все лето и осень, вплоть до замерзания рек, и прерывается лишь дождевыми паводками [14].

Для большинства водосборов характерна сильная вариабельность меженного стока по годам, средние отклонения от среднего многолетнего стока составляют от 35,7 до 120,3 % (табл. 1). Средние отклонения максимальной и минимальной величины меженного стока от среднего многолетнего составляют 69,7–86,0 %.

Анализ изменения зимнего меженного стока по годам показал, что на семи реках из восьми исследуемых отмечен положительный линейный тренд. Наиболее значимо эти тенденции проявляются на реках Ерачимо (рис. 1, А) и Тембенчи (рис. 1, Б). На реке Горбиачин с 1982 по 2000 г. отмечен отрицательный тренд, как в абсолютных, так и в отрицательных числах (рис. 1, В).

Вариация меженного стока изучаемых рек

Река	Годы наблюдений	Меженный сток, мм			Отклонение от среднего, %	
		Средний	Максимальный	Минимальный	+	-
Горбиачин	1982–2000 18 лет	30,7	44,9	13,0	46,2	57,6
Гравийка	1940–1993 53 года	39,3	73,1	11,5	86,0	70,7
Советская речка	1975–2012 37 лет	21,5	41,7	8,5	98,0	60,4
Турухан	1968–1993, 1994–2012 42 года	19,2	42,3	5,8	120,3	69,7
Ерачимо	1968–2012 44 года	49,7	95,1	15,0	91,3	69,8
Тембенчи	1967–1994 27 лет	10,5	22,1	2,8	110,4	73,3
Таймура	1975–1993 18 лет	9,9	15,5	3,5	56,5	64,6
Подкаменная Тунгуска	1983–2012 29 лет	25,2	34,2	18,9	35,7	25,0

В результате обработки методом множественного регрессионного анализа данных по температурному режиму, осадкам, годовому и межённому стоку рек для каждого водосборного бассейна получены уравнения, отражающие зависимость минимального стока от комплекса гидроклиматических параметров (табл. 2) [10, 15].

Анализ моделей свидетельствует о том, что зимний межённый сток исследуемых рек в значительной степени связан с жидкими атмосферными осадками в теплый период и с температурой воздуха в период с августа по февраль. Твердые атмосферные осадки не учитываются, так как, согласно Аржаковой [1] и Маркову [11], корреляция зимнего стока с твердыми атмосферными осадками является очень слабой. Это объясняется тем, что снег практически не участвует в формировании зимнего стока, роль твердых осадков является более значительной для формирования весенне-летнего стока. Согласно данным уравнениям, жидкие атмосферные осадки наиболее значимы для межённого стока рек Горбиачин, Ерачимо, Советская речка, Турухан, Таймура и Подкаменная

Тунгуска. Для рек Тембенчи и Гравийка, этот фактор не является главным в формировании зимнего межённого стока. Наряду с температурой воздуха в августе и сентябре средняя температура зимних месяцев имеет достаточно высокую значимость. Это указывает на то, что слой сезонного промерзания грунтов не сливается с верхней границей вечной мерзлоты, а зимой реки взимаются грунтовых вод. Запасы подземных вод пополняются при оттаивании мерзлых грунтов в летнее время.

Для вышепредставленных водосборных бассейнов увеличение минимального стока связано с ростом жидких атмосферных осадков и ростом октябрьских температур воздуха. В формировании минимального стока принимает определенное участие мерзлотная влага периодически оттаивающих в весенне-летний период верхних горизонтов почв, особенно отчетливо эта связь проявляется при сочетании с выпадением жидких атмосферных осадков, проникающих к горизонту промерзания и вызывающих подтаивание мерзлоты (рис. 2) [4, 9, 12, 13].

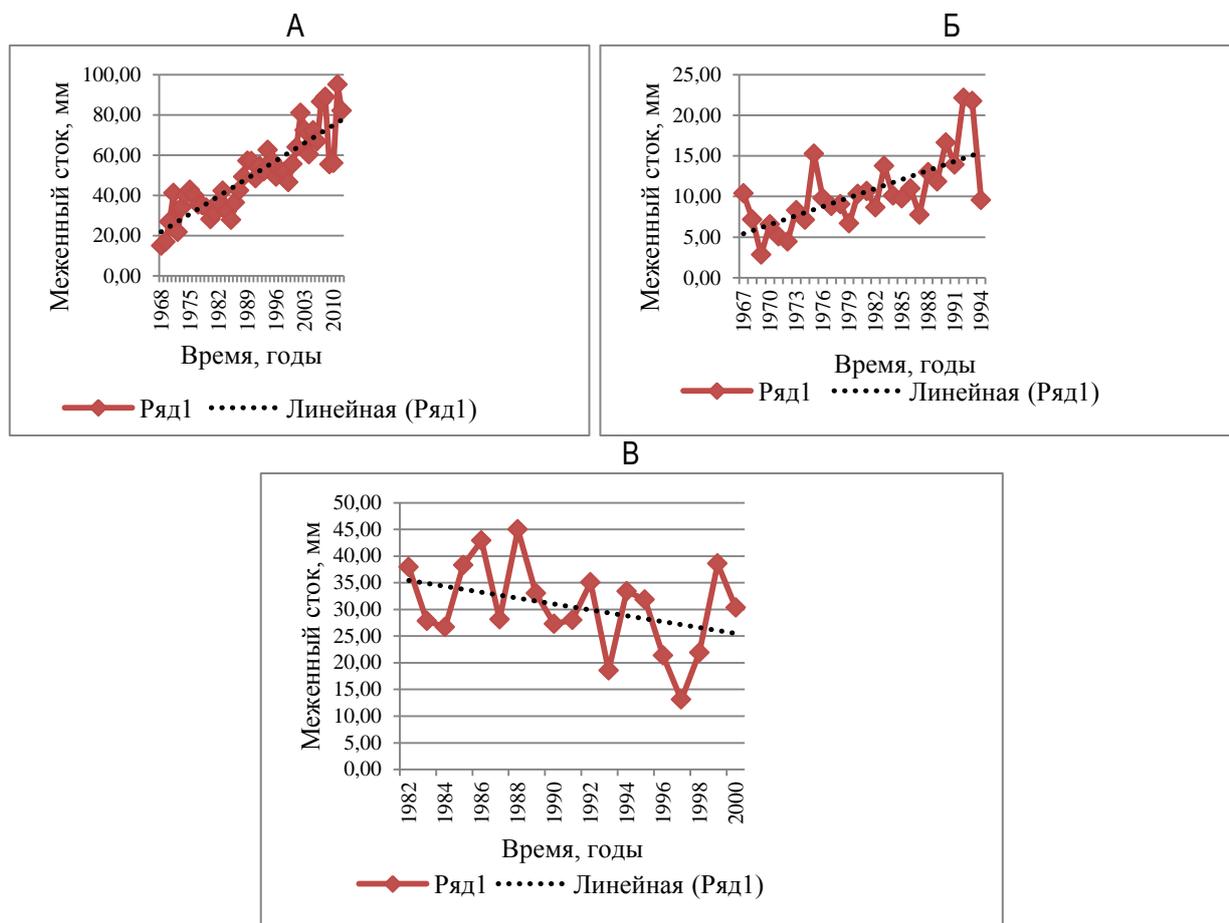


Рис 1. Динамика зимнего меженного стока рек по годам: Ерачимо (А), Тембенчи (Б) и Горбиачин (В)

Таблица 2

Модели меженного стока

Река	Уравнение	R ²	G	F
Горбиачин	$Y_{\min}=18.6 + 0.09 X_j - 0.55 T_2 + 0.91 T_{12}$	0.57	5.9	6.6
Советская речка	$Y_{\min}=57.1 + 0.01 X_j - 1.6 T_8 + 1,3 T_{10} + 0.51 T_1$	0.46	7.4	7.1
Турухан	$Y_{\min}=48.4 + 0.01 X_j - 1.5 T_8 + 1.0 T_{10} + 0.28 T_1$	0.38	6.9	6.1
Ерачимо	$Y_{\min}=39.2 + 0.08 X_j + 2.4 T_9 + 1.6 T_{10} + 0.75 T_{12}$	0.28	16.8	4.0
Таймура	$Y_{\min}=10.1 + 0.02 X_j + 0.32 T_{10} + 0.19 T_1$	0.50	2.5	5.1
Подкаменная Тунгуска	$Y_{\min}=26.8 + 0.03 X_j - 0.59 T_8 + 0.55 T_{10} - 0.27 T_{12} + 0.26 T_1$	0.51	2.9	5.0
Гравийка	$Y_{\min}=84.0 + 1.3 T_{10} + 0.57 T_{12} + 0.76 T_1$	0.27	11.8	6.3
Тембенчи	$Y_{\min}=15.3 + 0.94 T_8 + 0.37 T_{10} + 0.25 T_1 + 0.30 T_2$	0.58	3.1	8.2

Примечание: Y_{\min} – минимальный сток, мм; X_j – годовое количество жидких атмосферных осадков, мм; $T_1, T_2, T_8, T_9, T_{10}, T_{12}$ – среднемесячная температура воздуха соответственно в январе, феврале, августе, сентябре, октябре и декабре, °C; R^2 – коэффициент множественной детерминации; G – стандартная ошибка уравнения; F – критерий Фишера.

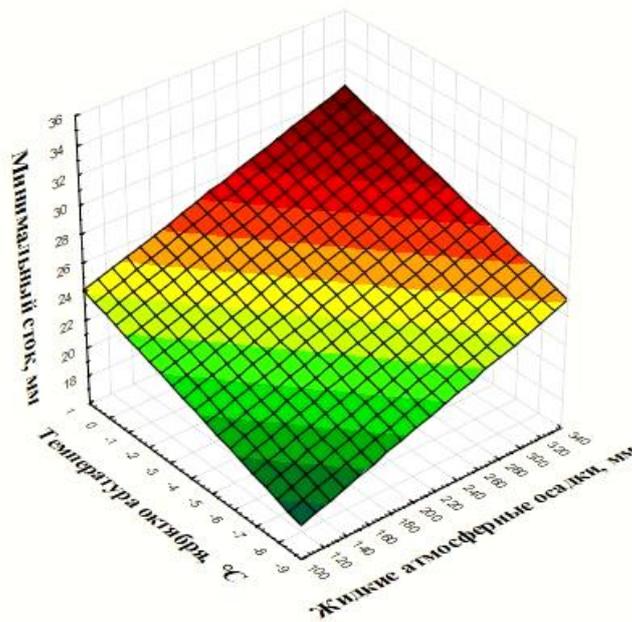


Рис. 2. Зависимость минимального стока р. Подкаменная Тунгуска от жидких атмосферных осадков и температуры октября

Заключение. В данной работе на основе анализа изменения меженного стока рек от климатических факторов выявлены особенности формирования минимального стока рек криолитозоны Средней Сибири. Установлено, что в формировании минимального стока в период зимней межени основную роль играют поверхностные воды (атмосферные осадки), а также температура воздуха в период с августа по февраль. Статистический анализ динамики зимнего меженного стока по годам показал положительный линейный тренд на всех водосборах, кроме реки Горбиачин, где отмечен отрицательный тренд, как в абсолютных, так и в отрицательных числах.

Литература

1. Аржакова С.К. Зимний сток рек криолитозоны России. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2001. – 209 с.
2. Астраханцев В.И. Максимальный и минимальный сток // Гидрология юга Восточной Сибири. – М.: Наука, 1966. – С. 45–49.
3. Владимиров А.М. Минимальный сток рек СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 212 с.
4. Онучин А.А., Гапаров К.К., Михеева Н.А. Влияние лесистости и климатических факторов на годовой сток рек Прииссыккуля // Лесоведение. – 2008. – № 6. – С. 42–52.
5. Джамалов Р.Г., Потехина Е.В. Природно-климатические и антропогенные причины изменения подземного стока бассейна Лены // Георазрез. – 2010. – № 1. – С. 1–25.
6. Игнатов А.В., Кравченко В.В. Факторы межгодовой изменчивости минимального зимнего стока рек в верхней части бассейна Лены // География и природные ресурсы. – 2009. – № 2. – С. 134–139.
7. Кичигина Н.В. Динамика характеристик стока рек бассейна Ангары на фоне региональных климатических изменений // География и природные ресурсы. – 2010. – № 2. – С. 69–74.
8. Коротков И.А. Лесорастительное районирование России и республик бывшего СССР // Углерод в экосистемах лесов и бо-

- лот России. – Красноярск: Изд-во ИЛ СО РАН, 1994. – С. 29–47.
9. Лесогидрологические последствия рубок в условиях Средней Сибири / А.А. Онучин, Т.А. Буренина, Н.В. Зирюкина [и др.] // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 1. – С. 110–118.
 10. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических уравнений. – М.: Высш. шк., 1988. – 239 с.
 11. Марков М.Л. Роль криогенного барража в формировании стока рек районов многолетней мерзлоты // Гидрология и метеорология. – 1994. – № 2. – С. 98–104.
 12. Онучин А.А. Влагооборот горных лесов Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Красноярск: Изд-во ИЛ СО РАН, 2003. – 42 с.
 13. Прысов Д.А., Мусохранова А.В. Влияние климатических факторов на годовой сток рек криолитозоны Средней Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 1. – С. 39–46.
 14. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 16, вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 724 с.
 15. Электронный учебник по статистике. – М.: StatSoft, 2012. – URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.
 16. Dynamics of Hydrological Regime in Permafrost Zone of Central Siberia / Т.А. Буренина, А.А. Онучин, G. Guggenberger [et al.] // International Proceedings of Chemical, Biological Environmental Engineering. – 2015. – № 90. – P. 125–132.
 17. URL: <http://meteo.krasnoyarsk.ru>.
 5. Dzhamalov R.G., Potehina E.V. Prirodno-klimaticheskie i antropogennye prichiny izmenenija podzemnogo stoka bassejna Leny // Georazrez. – 2010. – № 1. – С. 1–25.
 6. Ignatov A.V., Kravchenko V.V. Faktory mezhgodovoj izmenchivosti minimal'nogo zimnego stoka rek v verhnej chasti bassejna Leny // Geografija i prirodnye resursy. – 2009. – № 2. – С. 134–139.
 7. Kichigina N.V. Dinamika harakteristik stoka rek bassejna Angary na fone regional'nyh klimaticheskih izmenenij // Geografija i prirodnye resursy. – 2010. – № 2. – С. 69–74.
 8. Korotkov I.A. Lesorastitel'noe rajonirovanie Rossii i respublik byvshego SSSR // Uglerod v jekosistemah lesov i bolot Rossii. – Krasnojarsk: Izd-vo IL SO RAN, 1994. – С. 29–47.
 9. Lesogidrologicheskie posledstvija rubok v uslovijah Srednej Sibiri / А.А. Онучин, Т.А. Буренина, Н.В. Зирюкина [и др.] // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 1. – С. 110–118.
 10. L'vovskij E.N. Statisticheskie metody postroenija jempiricheskikh uravnenij. – М.: Vyssh. shk., 1988. – 239 с.
 11. Markov M.L. Rol' kriogennogo barrazha v formirovanii stoka rek rajonov mnogoletnej merzloty // Gidrologija i meteorologija. – 1994. – № 2. – С. 98–104.
 12. Onuchin A.A. Vlagooborot gornyh lesov Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – Krasnojarsk: Izd-vo IL SO RAN, 2003. – 42 с.
 13. Prysov D.A., Musohranova A.V. Vlijanie klimaticheskih faktorov na godovoj stok rek kriolitozony Srednej Sibiri // Vestnik KrasGAU. – 2016. – № 1. – С. 39–46.
 14. Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Т. 16, вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 724 с.
 15. Jelektronnyj uchebnik po statistike. – М.: StatSoft, 2012. – URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.
 16. Dynamics of Hydrological Regime in Permafrost Zone of Central Siberia / Т.А. Буренина, А.А. Онучин, G. Guggenberger [et al.] // International Proceedings of Chemical, Biological Environmental Engineering. – 2015. – № 90. – P. 125–132.
 17. URL: <http://meteo.krasnoyarsk.ru>.

Literatura

1. Arzhakova S.K. Zimnij stok rek kriolitozony Rossii. – SPb.: Izd-vo RGGMU, 2001. – 209 с.
2. Astrahancev V.I. Maksimal'nyj i minimal'nyj stok // Gidrologija juga Vostochnoj Sibiri. – М.: Nauka, 1966. – С. 45–49.
3. Vladimirov A.M. Minimal'nyj stok rek SSSR. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 212 с.
4. Onuchin A.A., Gaparov K.K., Miheeva N.A. Vlijanie lesistosti i klimaticheskih faktorov na godovoj stok rek Priissykkul'ja // Lesovedenie. – 2008. – № 6. – С. 42–52.
5. Dzhamalov R.G., Potehina E.V. Prirodno-klimaticheskie i antropogennye prichiny izmenenija podzemnogo stoka bassejna Leny // Georazrez. – 2010. – № 1. – С. 1–25.
6. Ignatov A.V., Kravchenko V.V. Faktory mezhgodovoj izmenchivosti minimal'nogo zimnego stoka rek v verhnej chasti bassejna Leny // Geografija i prirodnye resursy. – 2009. – № 2. – С. 134–139.
7. Kichigina N.V. Dinamika harakteristik stoka rek bassejna Angary na fone regional'nyh klimaticheskih izmenenij // Geografija i prirodnye resursy. – 2010. – № 2. – С. 69–74.
8. Korotkov I.A. Lesorastitel'noe rajonirovanie Rossii i respublik byvshego SSSR // Uglerod v jekosistemah lesov i bolot Rossii. – Krasnojarsk: Izd-vo IL SO RAN, 1994. – С. 29–47.
9. Lesogidrologicheskie posledstvija rubok v uslovijah Srednej Sibiri / А.А. Онучин, Т.А. Буренина, Н.В. Зирюкина [и др.] // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 1. – С. 110–118.
10. L'vovskij E.N. Statisticheskie metody postroenija jempiricheskikh uravnenij. – М.: Vyssh. shk., 1988. – 239 с.
11. Markov M.L. Rol' kriogennogo barrazha v formirovanii stoka rek rajonov mnogoletnej merzloty // Gidrologija i meteorologija. – 1994. – № 2. – С. 98–104.
12. Onuchin A.A. Vlagooborot gornyh lesov Sibiri: avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. – Krasnojarsk: Izd-vo IL SO RAN, 2003. – 42 с.
13. Prysov D.A., Musohranova A.V. Vlijanie klimaticheskih faktorov na godovoj stok rek kriolitozony Srednej Sibiri // Vestnik KrasGAU. – 2016. – № 1. – С. 39–46.
14. Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Т. 16, вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 724 с.
15. Jelektronnyj uchebnik po statistike. – М.: StatSoft, 2012. – URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>.
16. Dynamics of Hydrological Regime in Permafrost Zone of Central Siberia / Т.А. Буренина, А.А. Онучин, G. Guggenberger [et al.] // International Proceedings of Chemical, Biological Environmental Engineering. – 2015. – № 90. – P. 125–132.
17. URL: <http://meteo.krasnoyarsk.ru>.