ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК (556.53) (571.17)

М.Б. Заславская, Е.С. Повалишникова, Н.Л. Фролова

ГИДРОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗАПОВЕДНИКА КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ[1]

Введение. Исследование пространственно-временно́й трансформации химического состава малоизученных горных рек Алтая в высокогорной зоне позволяет выявить механизм формирования стока растворенных веществ в этой труднодоступной части горно-ледниковых бассейнов и выявить значимость отдельных факторов его формирования. Новые материалы гидролого-гидрохимических наблюдений на не изученных ранее водных объектах горно-ледниковых бассейнов в пределах Кузнецкого нагорья позволяют продвинуться в решении этой задачи, будут способствовать пониманию гидролого-экологических особенностей водных объектов региона.

В статье использовались литературные данные и материалы собственных экспедиционных исследований водных объектов заповедника Кузнецкий Алатау, проведенных летом 2006 г. студентами и преподавателями кафедры гидрологии суши и гляциологии географического факультета МГУ в верхнем течении Верхней Терси (бассейн оз. Рыбное) и Черного Июса (бассейн оз. Верхнее).

Объекты исследований. Заповедник Кузнецкий Алатау создан в 1989 г., имеет статус федерального и расположен на территории Междуреченского, Новокузнецкого, Тисульского районов Кемеровской области РФ (рис. 1).

Территория заповедника Кузнецкий Алатау является частью Кузнецкого нагорья в составе Алтае-Саянской горной области. На западе и востоке к заповеднику примыкают крупные котловины — Кузнецкая и Минусинская. Заповедник представляет собой систему горных массивов средней высоты, наиболее расчлененную глубокими речными долинами в южной части, в районе хребтов, расположенных в верховьях Усы, Черного и Белого Июса, Верхней и Средней Терси [2].

Гидрографическая сеть в районе заповедника развита хорошо. Здесь находятся истоки больших и малых рек, десятки высокогорных озер. Главный водораздел заповедника Кузнецкий Алатау проходит в основном между бассейнами крупнейших притоков Оби — Томи и Чулыма. Исключение составляет крайний юго-восток территории, откуда стекают притоки р. Абакан (бассейн Енисея).

На характер речных долин накладывает отпечаток асимметричность строения этой части Кузнецкого Алатау. Реки западного склона имеют V-образные поперечные профили и отличаются крутым падением. Нередко они текут по коренным породам, образуя пороги и водопады. Реки восточного склона имеют широкие долины, заполненные аллювиальными отложениями. Стекающие со склонов талые воды при заметном уменьшении уклонов задерживаются в долинах более крупных водотоков. В связи с этим днища долин некоторых ручьев и рек бывают сильно заболочены. В небольших понижениях рельефа формируется множество неглубоких маленьких озер блюдцевидной формы. Благодаря избытку влаги днища долин покрыты густой травянисто-кустарниковой растительностью, которая способствует дополнительному регулированию стока воды.

Основным источником питания рек служат зимние осадки, которые формируют 60—70% всего годового стока. Доля дождевых и грунтовых вод в питании рек приблизительно одинакова и составляет 15—20% годовой величины стока. В соответствии с классификацией Б.Д. Зайкова реки района можно отнести к рекам с весенним половодьем западносибирского типа. Реки рассматриваемой территории по типу водного режима, климатическим условиям, источникам питания, рельефу, условиям формирования годового стока и его внутригодовому распределению относятся к самостоятельному типу, определенному как “реки горного района, западных склонов Кузнецкого Алатау” [2]. Половодье на реках района невысокое, растянутое, осложненное дождевыми паводками, начинается в среднем 15 апреля. Сроки его начала изменяются в широком диапазоне, раннее вскрытие может наблюдаться в конце марта, позднее — в середине мая. Средние сроки наступления максимальных расходов воды приходятся на конец апреля — начало мая. Продолжительность половодья зависит главным образом от длины реки, заболоченности и озерности водосбора и изменяется от 40 до 90 дней. Окончание половодья на средних реках наблюдается в июне — начале июля. В отдельные годы обильные дождевые осадки в весенний период на фоне больших (в 1,5—2 раза выше нормы) запасов воды в снежном покрове, устойчивых холодных зим без оттепелей, позднего и дружного снеготаяния приводят к формированию катастрофических половодий, как, например, в 1937, 1941, 1958, 1977 гг.

[1] Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 06—05—64099).

С июля по октябрь на всех реках территории устанавливается летне-осенняя межень с минимальным стоком в августе—сентябре, почти ежегодно нарушаемая дождевыми паводками. Зимняя межень устанавливается в конце октября—начале ноября и продолжается до начала подъема половодья. Наименьшие расходы воды за период межени наблюдаются в конце этого периода. Водный режим зимой сильно зависит от режима грунтовых вод и ледового режима на реках.

Поверхностные воды исследуемого района характеризуются очень малой минерализацией (до 100 мг/л). По химическому составу в соответствии с классификацией О.А. Алекина они относятся в основном к гидрокарбонатному классу, кальциевой группе, II типу (HCO_3<Ca+Mg<HCO_3+SO_4). Это определяется преобладанием снегового и ледникового питания большую часть года, значительным количеством осадков, низкими средними значениями температуры воздуха и наличием плохорастворимых подстилающих пород на водосборе. При сохранении гидрокарбонатно-кальциевого состава речной воды в течение всего года в отдельные фазы гидрологического режима соотношение между главными ионами солевого состава воды изменяется вслед за сменой преобладающих источников питания реки. В меженные периоды доля гидрокарбонатов в солевом составе воды достигает 40, а сульфатов — 5—10%-экв, в то время как в половодье и паводки вследствие преобладания снегового и ледникового питания доля сульфатов и гидрокарбонатов становится практически равной — по 15—25%-экв. Содержание хлоридов в реке небольшое в течение всего года (1—3%-экв).

Широко распространены в этом районе и озера. Самые большие из них находятся на северо-восточной окраине горной системы. Ледниковые озера сосредоточены вблизи главного водораздела заповедника. Образование большинства горных озер связано с деятельностью древних ледников. Значительная часть озер — типично каровые, они расположены на высоте более 1000 м. Максимальная глубина этих озер достигает 50—64 м [5, 6].

Оледенение Кузнецкого Алатау относится к бассейнам Томи и Чулыма и представлено преимущественно эмбриональными и малыми ледниками — каровыми, лощинными, присклоновыми [4]. Они сосредоточены прежде всего в удобных для накопления снега отрицательных формах рельефа на подветренных склонах, куда снег — главный источник питания малых ледников зимой — переносится метелями, при этом роль твердых осадков в питании ледников также весьма важна. По данным П.С. Шпиня [6], в прилобовых частях присклоновых ледников центральной части Кузнецкого Алатау отлагается до 8000—10 000 мм осадков. Часть из них приходится на теплый период, когда снегопады образуют временный снежный покров, замедляющий интенсивность абляции ледников. Снегозапасы на конец марта—начало апреля составляют примерно 7000—8500 мм (по данным наших

Рис. 1. Географическое положение заповедника Кузнецкий Алатау:
1 — заповедник Кузнецкий Алатау; *2* — административные границы; *3* — реки региона

измерений, на Черно-Июсском леднике запас воды в снеге на 26—27 июля 2006 г. составил 1880 мм при средней плотности снега 0,69 г/см^3).

Методы исследования. Рекогносцировочное обследование водных объектов в бассейнах оз. Верхнее и Рыбное в июле—августе 2006 г. включало гидрографическое описание водных объектов, полевые измерения расходов, температуры, мутности, электропроводности и pH воды, а также отбор проб, в которых был выполнен полный солевой анализ воды.

Химический состав воды малых рек отражает особенности формирования местного стока, важнейшей из которых является изменение химических характеристик воды при смене фазы водного режима, когда в реке изменяется не только расход воды, но и соотношение объемов стока вод разных генетических категорий (склоновых, почвенно-грунтовых, грунтовых), обладающих различным химическим составом [1, 3, 7].

Многолетние исследования в горно-ледниковом бассейне Джанкуат, расположенном в центральной части Главного Кавказского хребта, позволили выделить воды нескольких генетических типов, в формировании которых преобладает тот или иной вид водного питания. Вследствие этого они отличаются соотношением содержания в воде главных ионов солевого состава [3]. К ним отнесены атмосферные осадки, ледниковые воды и воды неледниковой зоны.

К ледниковым относятся воды, образованные при таянии ледника и снега, лежащего на его поверхности, а также воды, вытекающие из-под языка ледника. Их химический состав формируется в результате двух процессов: деминерализации под влиянием атмосферных осадков и обогащения солями при выщелачивании продуктов разрушения горных пород, принесенных на ледник. В месте выхода талых ледниковых вод из-под ледника их минерализация может быть на порядок выше, чем на его поверхнос-

ти, что обусловлено насыщением вод солями из отложений поверхностных и внутриледниковых морен.

Воды неледниковой зоны горно-ледникового бассейна представлены водотоками, в водном питании которых не принимают участие талые воды ледника.

Химический состав вод ручьев неледниковой зоны формируется в результате смешения в определенной пропорции вод основных генетических категорий: склоновых, почвенно-грунтовых или грунтовых. Их доли в стоке малой реки изменяются в зависимости от фазы ее гидрологического режима.

В статье использован изложенный выше опыт анализа гидрохимической информации генетическим методом.

Результаты и обсуждение. *Бассейн оз.Верхнее* характеризуется обилием водных объектов. Среди них можно выделить множество ручьев, а также озера Верхнее и Подледниковое (рис. 2). На склоне северной экспозиции берет начало много мелких ручьев. Талые воды стекают из-под Черно-Июсского ледника, формируя у подножия небольшое оз. Подледниковое, из которого вытекает порожистый Черно-Июсский ручей. На пути к оз. Верхнее он принимает ряд притоков с близлежащего склона восточной экспозиции. Ледник Черно-Июсский — присклоновый, расположен на подветренном склоне обширной платообразной седловины водораздела между Верхней Терсью и Черным Июсом. В настоящее время длина ледника изменяется от 46 м в самой узкой части до 180 м в наиболее широкой. Ширина основной части ледника составляет около 750 м, а вместе с двумя снежниками, отделившимися в процессе деградации от ледника в его западной и восточной частях, — около 1050 м. Площадь ледника, по данным наших измерений, в конце июля 2006 г. составила 0,077 км^2. Средний запас воды в снежном покрове на этот же период равен 1880 мм.

По данным измерений, расход воды в четырех ручьях, стекающих из-под ледника, составил 1—2 л/с. Сток воды ручьев склона восточной экспозиции, впадающих в руч. Черно-Июсский ниже оз. Подледникового (точки Г5, Г6, Г7), изменялся от 10 до 15 л/с.

В бассейне оз. Верхнее ручьи формируют сток преимущественно с ледниковой части водосбора. Это обстоятельство определяет схожее относительное содержание главных ионов солевого состава воды ручьев (табл. 1).

По результатам полевого гидролого-гидрохимического обследования водотоков выявлена заметная пространственная неоднородность распределения некоторых физико-химических характеристик воды в двух группах ручьев бассейна оз. Верхнее: в притоках оз. Подледниковое, стекающих с ледникового склона северной экспозиции, и притоках оз. Верхнее, стекающих со склона восточной экспозиции (табл. 1).

Электропроводность воды, величина которой зависит от содержания в воде главных ионов, а следовательно, характеризующая ее минерализацию, в ручьях первой группы практически в два раза ниже,

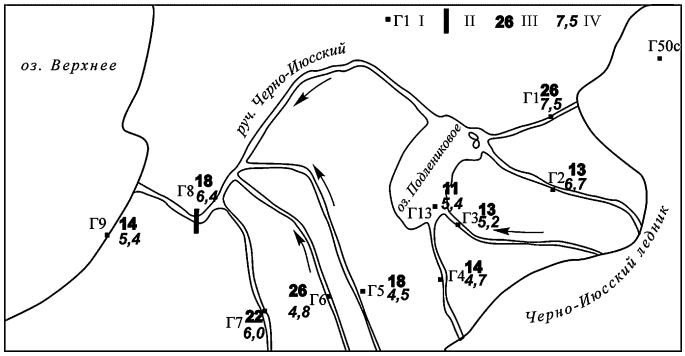

Рис. 2. Схема стока талых вод с Черно-Июсского ледника в оз. Верхнее:
I — места отбора проб; II — гидрометрический створ; III — электропроводность воды, мкСм/см; IV — величина pH

мутность воды (в относительных единицах, NTU) почти на порядок выше, величина pH в среднем на 2 единицы в ручьях второй группы. Температура воды в ручьях северного склона на 1,5—2,0°C ниже, чем в ручьях восточного склона.

Эти различия можно объяснить в основном особенностями формирования ледникового стока на склонах разной экспозиции и особенностями литологического состава пород на водосборах этих групп ручьев. Вытекающие из-под ледника и до впадения в оз. Подледниковое ручьи северного склона текут через хорошо перемытый обломочный материал. Ручьи склона восточной экспозиции протекают через более твердые и кислые горные породы, которые незначительно обогащают солями поверхностные воды и придают им слабокислую и кислую реакцию. Ион HCO_3^- в воде этих ручьев полностью отсутствует, что закономерно при низких значениях pH (4,5).

Величины гидролого-гидрохимических характеристик воды в оз. Подледниковое отражают протекающие в нем гидролого-гидрохимические процессы. Температура воды в озере в результате прогрева неглубокого водоема оказалась выше, чем во впадающих в него ручьях (9,5°C). Понижение рельефа, в котором находится оз. Подледниковое, сильно заболочено, что повышает регулирующую роль озера в формировании сезонного стока воды и солей. Минерализация воды озера меньше, чем минерализация впадающих в него ручьев, из-за высокой доли маломинерализованных весенних талых вод в летней водной массе озера, которая сформировалась ко времени наших измерений. Мутность воды в озере также была заметно меньше, чем мутность воды впадающих в него ручьев, поскольку основная часть поступающей взвеси сразу же оседала в прибрежной части озера, формируя обширные отмели из мелкодисперсного материала в устьях ручьев.

Сток из оз. Подледниковое поступает в оз. Верхнее через руч. Черно-Июсский, поэтому химический состав воды оз. Верхнее зависит от состава воды оз. Подледниковое и притоков, стекающих со склона восточной экспозиции.

Таблица 1

Гидролого-гидрохимические характеристики водных объектов бассейна оз. Верхнее, по данным наблюдений 26 июля 2006 г.

Название водного объекта и точка наблюдений*	*T*, °C	Электропроводность, мкСм/см	Щелочность, мг-экв/л	Жесткость, мг-экв/л	pH	Мутность, NTU
Оз. Подледниковое, Г13	9,5	11	0,01	0,07	5,4	1,87
Притоки оз. Подледниковое, стекающие с ледникового склона северной экспозиции						
Г1	5	26	0,09	0,18	7,5	5,29
Г2	7,2	13	0,02	0,07	6,7	—
Г3	7,2	13	0,01	0,08	5,2	2,13
Г4	6,8	14	—	—	4,7	—
Притоки оз. Верхнее, стекающие с ледникового склона восточной экспозиции						
Г5	9	18	0,00	0,08	4,5	0,36
Г6	7,4	26	0,00	0,11	4,5	0,13
Г7	8,9	22	0,02	0,18	6	0,67
Руч. Черно-Июсский, Г8	8,6	18	0,04	0,14	6,4	1,07
Оз. Верхнее, Г9	11,6	15	0,03	0,12	6,4	0,54

Для выявления суточной изменчивости химического состава воды руч. Черно-Июсский и влияния регулирующей роли оз. Подледниковое на участке перед впадением ручья в оз. Верхнее был разбит гидрометрический створ (рис. 2, т. Г8). Наблюдения за изменением гидролого-гидрохимических характеристик в этом створе проводились с 11 до 18 ч (табл. 2). Во время измерений атмосферные осадки не выпадали, температура воздуха в дневное время изменялась от 16 до 18°С, облачность была переменная. При ширине русла около 2,5 м скорость течения в ручье достигала 0,8 м/с, а сток воды в оз. Верхнее составил 0,22 м^3/с. В период проведения наблюдений четко прослеживался суточный ход изменения температуры воды с максимумом в 16 ч (около 13°С), что объясняется прогреванием воды во второй половине дня. Уровень воды во время наблюдений не изменялся, что свидетельствует о значительной степени зарегулированности стока оз. Подледниковым. По этой же причине изменения величин электропроводности и мутности воды ручья не превышали точности измерений этих характеристик.

Оз. Верхнее представляет собой довольно крупный водоем, где происходит дальнейший прогрев вод и аккумулируется приносимый ручьями твердый материал, о чем свидетельствует более высокая температура и незначительная мутность воды (табл. 1, т. Г9). Вода в озере, как и в притоках, слабокислая (pH 6,4), что может свидетельствовать о незначительности

Таблица 2

Гидролого-гидрохимические характеристики руч. Черно-Июсский в период режимных наблюдений 27 июля 2006 г.

Характеристики	Часы							
	11	12	13	14	15	16	17	18
Электропроводность, мкСм	18	18	17	17	17	17	17	18
pH	6,7	6,9	6,8	6,8	6,9	6,9	7,2	7
$T_{воды}$, °C	9	10	11,1	12,3	12,7	13,3	12,4	12,3
Мутность, NTU	1,6	1,0	1,19	1,64	1,49	1,24	1,21	1,33

протекающих в нем биологических и биохимических процессов. Северный подледниковый берег озера каменист, на южном берегу, обращенном к долине, отложения менее крупные. На юго-западном участке побережья из озера вытекает один большой ручей, текущий вниз, в долину р. Черный Июс.

Бассейн оз. Рыбное. Оз. Рыбное, площадь которого составляет около 10 км^2, расположено в небольшой долине ледникового происхождения (рис. 3). Оно проточное: с севера в него впадают ручьи Луговой и Водопадный, с востока — многочисленные мелкие ручьи. На южном берегу осуществляется сток из озера, здесь берет начало р. Верхняя Терсь.

Борта долины озера асимметричны, что обусловлено четвертичными неотектоническими движениями, а именно вторичным поднятием некоторых частей Кузнецкого Алатау. Правый борт долины сложен коренными горными породами, преимущественно гранито-гнейсами. Он представляет собой крутые склоны, покрытые курумами и осыпями, с признаками недавнего оледенения: моренными грядами, каровыми котловинами, мелкими озерами ледникового происхождения и снежниками. Левый борт долины сложен менее устойчивыми горными породами. В четвертичный период он подвергался активным процессам выветривания и приобрел пологие очертания с куполообразными вершинами. Нижняя часть долины сильно заболочена. Дно долины изобилует небольшими озерами блюдцевидной формы с замедленным водообменом. На некоторых участках склонов при отсутствии постоянных водотоков сток воды осуществляется путем плоскостного смыва. С левого борта долины в оз. Рыбное впадает множество мелких ручьев, среди которых 8 крупных длиной по 1—1,5 км. Общий расход воды этих ручьев в период наблюдений составлял около 0,035 м^3/с. Эту систему водотоков мы назвали Восточные Рыбозерские ручьи (рис. 3).

Основными притоками озера являются ручьи Водопадный и Луговой. Ручей Водопадный берет начало при слиянии двух ручьев, стекающих из оз. Малое Рыбное. Его долина асимметричная, так как все основные притоки руч. Водопадный стекают с правого борта долины. Русло ручья сильно меандрирует, изобилует порогами и водопадами. Ручей Луговой берет

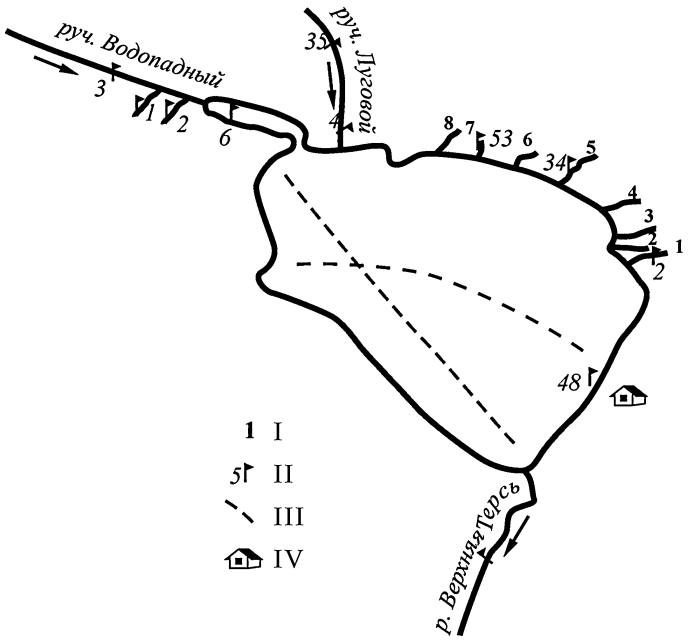

Рис. 3. Схема оз. Рыбное и его бассейна:
I — номера ручьев, впадающих в оз. Рыбное, в соответствии с табл. 3; II — места отбора воды на гидрохимический анализ с номерами проб в соответствии с табл. 3; III — разрезы гидрологической съемки оз. Рыбное; IV — база заповедника

Таблица 3

Минерализация и солевой состав водных объектов бассейна оз. Рыбное, по наблюдениям 31 июля — 2 августа 2006 г. *

№ п/п	Название ручья	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\sum u$
1	Восточный Рыбозерский, ручей 5	0,71	4,80	10,99	2,30	0,39	3,00	0,85	23,0
		0,02	0,10	0,18	0,10	0,01	0,15	0,07	0,63
2	Водопадный, (среднее течение)	0,71	1,44	4,88	0,46	0,00	2,20	0,36	10,0
		0,02	0,03	0,08	0,02	0,00	0,11	0,03	0,29
3	Приток руч. Водопадный (со снежника)	0,71	1,92	2,44	0,92	0,00	1,60	0,24	7,83
		0,02	0,04	0,04	0,04	0,00	0,08	0,02	0,24
4	Приток руч. Водопадный (из-под курумника)	0,35	3,36	6,10	0,69	0,39	2,80	0,49	14,2
		0,01	0,07	0,10	0,03	0,01	0,14	0,04	0,40
5	Руч. Луговой (нижнее течение)	1,06	4,80	10,37	2,07	0,39	3,40	0,61	22,7
		0,03	0,10	0,17	0,09	0,01	0,17	0,05	0,62
6	Оз. Рыбное, залив руч. Водопадный	0,35	1,44	4,88	0,46	0,00	1,20	1,09	9,4
		0,01	0,03	0,08	0,02	0,00	0,06	0,09	0,29
7	Оз. Рыбное у базы заповедника	0,71	1,92	6,71	1,38	0,39	2,20	0,49	13,8
		0,02	0,04	0,11	0,06	0,01	0,11	0,04	0,39

* В верхней строке концентрация ионов — в мг/л, в нижней — в мг-экв/л.

начало на левом борту долины и течет в юго-западном направлении до впадения в оз. Рыбное.

Величина минерализации многочисленных водных объектов в районе исследований во время наблюдений изменялась в небольших пределах — от 6 до 30 мг/л (табл. 3).

В бассейне оз. Рыбное в период летней межени нами выявлены поверхностные воды двух генетических типов: 1) поступающие с неледниковой части бассейна, с преимущественно почвенно-грунтовым и грунтовым питанием; 2) поступающие с ледника, с преимущественно ледниковым и снеговым питанием.

Различия в химическом составе вод упомянутых генетических типов проявляются в разной связи между щелочностью [Na+K] и жесткостью [Ca+Mg] вод ручьев этого бассейна (рис. 4). График зависимости распадается на два участка с разными диапазонами величин этих характеристик: первая (*1*) относится к ручьям первого генетического типа, стекающим с левого борта долины; вторая (*2*) — к ручьям второго генетического типа, стекающим с правого борта.

Водотоки, образованные водами первого типа, берут начало с левого борта долины. Они более многочисленны, чем водотоки, образованные водами второго типа. Для них характерна небольшая скорость течения из-за сравнительно малых уклонов русла. К этим притокам относятся: Восточные Рыбозерские ручьи и руч. Луговой. Минерализация воды в них изменяется от 22 до 30 мг/л. Соответственно в их воде величины жесткости и щелочности также повышены, а содержание щелочных ионов заметно меньше, чем щелочно-земельных. Значения pH немного ниже, чем в остальной части бассейна, из-за высокой заболоченности этой территории.

Водотоки, образованные водами второго генетического типа, стекают с правого борта долины озера. К ним относятся руч. Водопадный и его правые притоки, для которых характерно преобладание снегового и ледникового питания. Скорость течения этих ручьев значительно выше, чем у левобережных ручьев, и варьирует от 0,5 до 0,9 м/с. Водотоки этого типа имеют пониженные величины минерализации (5—15 мг/л), жесткости и щелочности воды и повышенные pH (7,3—7,7). В то же время из-за влияния локальных особенностей водосбора отмечаются некоторые различия в химическом составе вод этих водотоков. Так, наименьшая минерализация воды (7,8 мг/л) и минимальные величины щелочности и жесткости (0,04 и 0,1 мг-экв/л соответственно) были зарегистрированы в вытекающем из-под снежника Первом правом притоке руч. Водопадный. В его воде содержание сульфатов достигает 16,7%-экв, что практически равно концентрации гидрокарбонатов. Максимальные же величины минерализации воды (14,2 мг/л), жесткости и щелочности (0,1 и 0,18 мг-экв/л соответственно) отмечены в воде вытекающего из-под курумника Второго правого притока руч. Водопадный.

В воде ручьев с разным типом водного питания диапазоны значения генетических коэффициентов HCO_3/SO_4 и SO_4/Cl различаются. В воде ручьев с преимущественно ледниковым и снеговым питанием в меженный период значения этих коэффициентов изменяются в следующих диапазонах: $SO_4/Cl=1,5\div3,5$ и

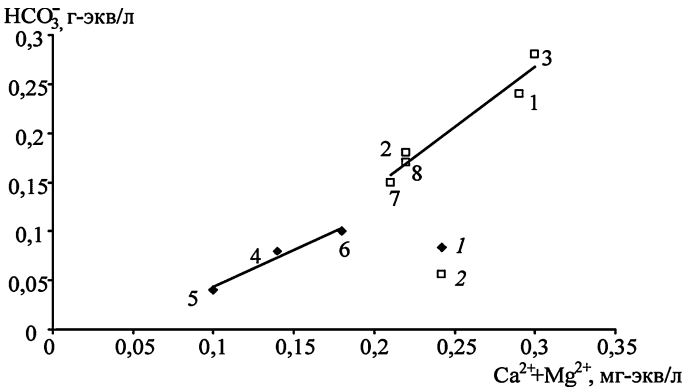

Рис. 4. Зависимость между щелочностью и жесткостью для поверхностных вод разных генетических типов в бассейне оз. Рыбное. Ручьи в ледниковой (*1*) и неледниковой (*2*) частях бассейна. Цифры у точек — номера водотоков в соответствии с табл. 3

HCO_3/SO_4=1,3÷2,7; они меньше, чем в воде ручьев, в меженном стоке которых преобладает почвенно-грунтовое и грунтовое питание (SO_4/Cl=2,5÷10,0 и HCO_3/SO_4=1,5÷4,8).

Таким образом, все исследованные водотоки бассейна оз. Рыбное по химическому составу относятся к водам с небольшим преобладанием гидрокарбонатного иона (менее 25%-экв) [1]. Для их анионного состава характерна повышенная концентрация сульфатных ионов (от 10 до 23%-экв). В то же время в воде ручьев с преимущественно ледниковым и снеговым питанием отмечено повышенное содержание хлоридов (SO_4/Cl=1,5÷3,5), а в воде более минерализованных ручьев с преобладанием почвенно-грунтового и грунтового питания — сульфатов (SO_4/Cl=2,5÷10,0).

Распределение физико-химических характеристик воды в оз. Рыбное тесно связано с составом вод его притоков (табл. 3). Температурный режим озера в летний период соответствует прямой температурной стратификации. В жаркую солнечную погоду, которая установилась в период проведения гидрологической съемки, на поверхности мелководной части озера температура воды достигла 17°С. Постепенно понижаясь с глубиной, в наиболее глубокой части озера она не превысила 7,5°С. Общая мощность металимниона составила от 3 до 4 м в разных частях озера. Вертикальный градиент температуры в металимнионе изменялся в диапазоне 1—1,7°С/м в центральной части и 0,8—1,4°С/м вдоль западного берега озера. Максимальные величины градиента температуры воды были отмечены на глубине 2—3 м.

Заключение. Рекогносцировочное обследование водных объектов заповедника Кузнецкий Алатау в летний период 2006 г. позволило выявить некоторые особенности формирования химического состава поверхностных вод в малоизученном горно-ледниковом бассейне.

В ручьях бассейна оз. Верхнее преобладает снеговое и ледниковое питание. Установлено, что состав подстилающей поверхности на склонах разной экспозиции ледникового цирка, по которым стекают ручьи, влияет на трансформацию химического состава воды. Ручьи на северном склоне текут через хорошо перемытый обломочный материал, контакт с которым не приводит к заметному изменению химического состава талых ледниковых вод. Ручьи склона восточной экспозиции протекают через более твердые и кислые горные породы, которые незначительно обогащают солями поверхностные воды и придают им слабокислую и кислую реакцию. Последнее обстоятельство объясняет отсутствие гидрокарбонатного иона в воде этих ручьев.

В бассейне оз. Рыбное в период летней межени выявлены поверхностные воды двух генетических типов: воды, поступающие с неледниковой части бассейна, с преимущественно почвенно-грунтовым и грунтовым питанием; воды, поступающие с ледника, с преимущественно ледниковым и снеговым питанием. Все исследованные водотоки бассейна оз. Рыбное по химическому составу, согласно классификации П.П. Воронкова [1], относятся к водам со слабым преобладанием гидрокарбонатного иона (менее 25%-экв). В их анионном составе заметную долю составляют сульфатные или хлоридные ионы (от 10 до 23%-экв). Так, в солевом составе ручьев с преимущественно ледниковым и снеговым питанием характерно повышенное содержание хлоридов (SO_4/Cl=1,5÷3,5), а в составе более минерализованных ручьев с преобладанием почвенно-грунтового и грунтового питания — сульфатов (SO_4/Cl=2,5÷10,0).

Авторы статьи выражают свою искреннюю благодарность сотрудникам заповедника Кузнецкий Алатау, оказавшим содействие в организации и проведении экспедиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воронков П.П.* Гидрохимия местного стока европейской территории СССР. Л., 1970.

2. Заповедник Кузнецкий Алатау. Кемерово, 1999.

3. *Заславская М.Б., Пылев И.В.* Применение данных гидрохимического исследования в горно-ледниковом бассейне для гляциологических расчетов // Материалы гляциологических исследований. Хроника и обсуждение. 1980. № 37.

4. Каталог ледников СССР. Т. 15. Л., 1980.

5. Ресурсы поверхностных вод. Основные гидрологические характеристики. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2. 1965.

6. *Шпинь П.С.* Оледенение Кузнецкого Алатау // Результаты исследований по международным геофизическим проектам. М., 1980. С. 5—40.

7. *Эдельштейн К.К., Заславская М.Б.* Водные массы двух малых рек Подмосковья // Малые реки России. М., 1994. С. 118—144.

Кафедра гидрологии суши

Поступила в редакцию
29.11.2007

M.B. Zaslavskaya, E.S. Povalishnikova, N.L. Frolova

HYDROLOGICAL-ECOLOGICAL FEATURES OF WATER OBJECTS IN THE KUZNETSK ALATAU RESERVE

The hydrological and hydrochemical regime of water objects in the upper part of the basin of the Verkhnyaya Ters and Cherny Iyus rivers has been studied using both published data and the results of the author's field investigations. The area under study lies within the Kuznetsk Alatau Reserve situated on the western slope of the Kuznetsk Alatau mountains. Hydrological and hydrochemical investigations resulted in the identification of the main genetic types of natural waters of the mountain-glacier basin and the description of factors governing the formation of their chemical composition.