

Чигринец А.Г., Мазур Л.П.,
Ташметов Ф.С.

**Исследование уровня и
ледового режимов
р. Терисбутак**

Выявлены основные закономерности и особенности формирования уровней воды и ледового режима малых горных рек в условиях Илейского Алатау. Проанализированы имеющиеся материалы многолетних наблюдений за уровнем и ледовым режимом реки Терисбутак. Приведены количественные характеристики колебаний уровня воды и ледового режима этой реки. Дана характеристика основных причин возникновения высоких и низких уровней воды как в зимний, так и в летний периоды. Исследованы причины и периоды возникновения различных ледяных образований, их интенсивность и воздействие на изменение уровней воды.

Ключевые слова: горная река, водоснабжение, гидрологический пост, режим уровня воды, характерные уровни, ледовый режим, статистические методы обработки информации.

Chigrinets A.G., Mazur L.P.,
Tashmetov F.S.

**The study of Terisbutak river
level and ice regime**

There have been figured out the basic regularities and features of formation of small mountain rivers water levels and ice regime in Ile Alatau conditions. There have been analyzed the existing materials of long-term observations over the water level and ice regime of Terisbutak river. There have also been given the quantitative characteristics of the river water levels and ice regime fluctuating. The given characteristic of the main causes of high and low water levels emergence corresponds to both winter and summer periods. There have as well been studied the reasons and various ice buildups emergence periods, their intensity and the impact on water levels changes.

Key words: Mountain river, water delivery system, hydrological station, water level regime, indicative levels, ice regime, statistical methods of data processing.

Чигринец А.Г., Мазур Л.П.,
Ташметов Ф.С.

**Терісбұтақ өзенінің деңгейлік
және мұздық режимін зерттеу**

Іле Алатауының кішігірім таулық өзендерінің су деңгейлері мен мұздық режимдерінің қалыптасуының негізгі заңдылықтары мен ерекшеліктері анықталды. Терісбұтақ өзенінің су деңгейінің қолда бар көпжылдық бақылау материалдарына талдау жасалынды. Аталмыш өзеннің су деңгейі тербелісінің және мұздық режимінің сандық сипаттамалары келтірілді. Қыс және жаз мезгілдеріндегі жоғарғы және төменгі су деңгейлерінің орнауы себептеріне сипаттама берілді. Өртүрлі мұздық құрылымдардың пайда болуы, олардың қарқындылығы мен су деңгейінің өзгеруіне әсер ету себептері және олардың пайда болу кезеңдері зерттелінді.

Түйін сөздер: Таулық өзен, сумен жабдықтау, гидрологиялық бекет, су деңгейінің режимі, сипатты су деңгейлері, мұздық режим, ақпаратты өңдеудің математикалық әдістері.

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВЕННОГО И ЛЕДОВОГО РЕЖИМОВ Р. ТЕРИСБУТАК

Введение

Исследования выполнены в рамках гидрологического обоснования строительства системы водоснабжения горнолыжного курорта Кок-Жайлау в бассейне р. Терисбутак, в Талгарском районе Алматинской области. Основная цель создания курорта Кок-Жайлау – показать красоту горных ландшафтов, сделать отдых в горах более доступным, популяризировать горнолыжный спорт и обеспечить дальнейшее развитие горнолыжного туризма в Республике Казахстан. Уровненный и ледовый режимы реки Терисбутак, являющейся одним из планируемых источников водоснабжения курортного комплекса, играют важную роль для процесса бесперебойного водоснабжения.

Использование сведений об уровнях воды и ледовом режиме малых горных рек в проектировании и для других целей является непростой задачей вследствие сложности формирования и недостаточной изученности этих гидрологических характеристик.

Уровни воды малых горных рек Илейского Алатау, к которым относится и река Терисбутак, изменяются как летом, так и зимой в зависимости от колебания расходов воды, деформации русла, наличия ледовых явлений, прохождения высоких водных паводков и селей. Зачастую гидрометрические посты на таких реках подвергаются частичному или полному разрушению, требуют ремонта или переноса, введения новых «0» постов, что нарушает однородность наблюдений за уровнем и приводит к необходимости глубокого анализа материалов наблюдений. Изложенное выше характерно и для реки Терисбутак. Не случайно данные об уровнях воды ряда малых горных рек по указанным причинам не публикуются. Ледовый режим малых горных рек очень сложен и неустойчив. Данные о нем зачастую отличаются неполнотой, так как в основном берутся из книжек водомерных наблюдений и книжек для записи измерений расходов воды в зимний период.

Район исследования

Район исследований расположен на северном склоне Илейского Алатау, который является одним из наиболее увлажненных районов Республики Казахстан. В первую очередь это бассейн реки Улькен Алматы. Речная сеть здесь хорошо развита и, по данным (Гидрологическая изученность, 1967: 61), средняя густота речной сети в горной части составляет 0,8 – 1,0 км/км². Реки в исследуемом районе по положению истоков, характеру питания разделяются на два основных типа: горный и предгорный.

Река Улькен Алматы принимает свыше 30 притоков. В числе наиболее значительных из них можно назвать Проходную, Кумбель, Терисбутака, Кызыл-Кунгей и Серкебулак. Район будущего предполагаемого строительства водозаборов располагается в бассейне р. Терисбутака, правобережного притока р. Улькен Алматы.

Река Терисбутака является последним значительным притоком Улькен Алматы в горной части бассейна, впадающим в реку справа. Берет начало на северном склоне хребта Илейский Алатау на высоте 3300 м над уровнем моря. Длина реки – 11 км, а площадь водосбора – 32,3 км². В р. Терисбутака впадает около 15 мелких притоков, общей длиной 25 км, наиболее крупным из которых по водности является р. Казашка с площадью водосбора 15 км². Кроме этого, река интенсивно подпитывается многочисленными родниками. Средняя высота водосбора р. Терисбутака в створе гидрологического поста р. Терисбутака-устье составляет 2250 м. абс. Средний уклон водосбора – 519 ‰. (Основные гидрологические характеристики, 1967: 38). Уклоны поверхности в районе предполагаемого расположения курорта незначительные, в среднем они составляют 119 ‰. Долина реки трохообразная, склоны крутые. Русло реки, расположенное у правого борта речной долины, слабоизвилистое. Пойма в основном левобережная. Река Терисбутака впадает в р. Улькен Алматы на 71 км от устья.

Исходные данные и методы исследования

Гидрологический режим, сток воды многочисленных малых рек, ручьев, логов и временных водотоков в горных условиях, как правило, очень слабо освещены данными наблюдений или вовсе не изучены. Большинство неизученных водосборов находится в зоне средних высот от 1000 до 3000 м, а имеющиеся гидрометрические

створы в основном приурочены к значительным водотокам или размещены у нижней границы зоны формирования стока, при выходе рек из гор, где они интегрируют сток со всех вышерасположенных физико-географических зон.

На площадях водосборов, замыкаемых створами в местах расположения проектируемых водозаборов, гидрометеорологические наблюдения полностью отсутствуют. Поэтому все гидрологические характеристики для расчетных створов получены с применением методов гидрологической аналогии, картометрических определений, интерполяции, экстраполяции, математической статистики.

В работе были использованы данные наблюдений, проводившихся на гидрологических постах РГП «Казгидромет» в бассейне р. Улькен Алматы, и прежде всего данные гидропоста р. Терисбутака-устье (Основные гидрологические характеристики, 1967: 56; Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш, 1970: 94; Многолетние данные, 2006: 69; Ежегодные данные, 2001-2014).

Как отмечено выше, для проектирования и эксплуатации водоснабжения будущего курорта необходимы сведения о режиме уровней воды и ледовом режиме р. Терисбутака. Это важно для устойчивого функционирования водозаборных сооружений и их сохранности независимо от периода действия.

Уровеньный режим р. Терисбутака. Начало исследований режима уровней воды рек в рассматриваемом районе положено в 1906 году в связи с развёртыванием работ по ирригации на отдельных участках бассейна р. Иле. На гидрологическом посту р. Терисбутака – устье наблюдения за уровнем были начаты в 1946 году. Этот пост относится к наблюдательной сети РГП «Казгидромет». Пост расположен у лесного кордона Госзаповедника. В русле на участке поста было сооружено контрольное сечение длиной 6 метров (стенки бетонные, дно металлическое). Пост речного типа расположен на правом берегу реки. До 1959 г. на гидрологическом посту была условная система высот.

В 1959 г. на гидропосту принята Балтийская система высот, переданная нивелированием 4 класса Казахским УГМС. Отметка нуля поста 1362,26 м БС.

В 1968 г. на посту, при проведении капитального ремонта, дно контрольного сечения было приподнято на 10 см, поэтому с 14.03.1968 г. уровни на посту несравнимы с прежним рядом.

08.11.2003 г. после 8 часов произведен ремонт поста, дно лотка и рейка подняты ещё на 10 см, в результате вновь нарушился ряд наблюдений за уровнем воды. Для сохранения однородности уровенного ряда в отметку нуля поста введена поправка +10 см.

13.08.2009 г. изменен «0» поста с отметки 1362,36 м БС на отметку 1387,65 м БС в связи с переносом поста вверх по течению реки на 650 метров. Уровни воды увязаны.

Характер колебаний уровней воды на горных реках определяется источниками их питания, высотным положением, размером водосборов, деформацией русла и другими факторами. Общей чертой режима всех рек является то, что наибольшие подъемы уровня наблюдаются в период половодья, а также в период дождей паводков. Режим уровня воды весенне-летнего половодья прежде всего определяется колебаниями температуры воздуха и режимом выпадения атмосферных осадков. Чередование периодов высокой температуры воздуха и выпадения осадков с периодами понижения температуры воздуха нарушает плавный подъем уровней горных рек, вследствие чего на фоне общего подъема и спада уровня воды наблюдаются отдельные резкие пики, число которых может достигать 2-5 и более (Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш, 1970: 80).

На реках с весенне-летним половодьем, к которым относится р. Терисбутак, более плавный спад уровня наблюдается в основном в августе-сентябре и достигает минимума в конце зимы (январь-февраль). Зимний режим уровней горных рек характеризуется от-

дельными резкими подъемами, обусловленными влиянием зимних оттепелей, подпорами от донного льда и шуги, с которыми могут быть связаны деформации русла, сходом снежных лавин и другими причинами. При образовании зажора выше створа уровни воды резко падают, а при образовании зажора ниже створа – резко повышаются. Соответственно при прорыве зажора уровни резко падают. Уровни в период заборов иногда превышают наивысшие уровни при прохождении водных весенне-летних паводков. Наиболее низкие уровни воды на р. Терисбутак приходятся обычно на зимние месяцы – декабрь-февраль.

Критические уровни воды на р. Терисбутак отмечаются обычно вследствие прохождения высоких водных паводков и селевых потоков в весенне-летний период, а также наличием заторно-зажорных явлений – зимой.

К критическим также относятся и самые низкие уровни воды, при которых затрудняется водозабор из реки на водоснабжение, орошение и другие нужды.

Так как уровни воды за период 1946-1967 гг. несравнимы с последующими периодами, то ниже приводятся две таблицы характерных уровней воды. Первая за период 1946-1964 гг. по данным (Основные гидрологические характеристики, 1967: 56), вторая с 1968 по 2000 гг. по данным (Многолетние данные, 2006: 69) – таблицы 1 и 2. Кроме того, в таблице 3 приводятся сведения о характерных уровнях воды по гидропосту р. Терисбутак – устье за конкретные годы периода 2001-2014 гг. по (Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 2001-2014).

Таблица 1 – Характеристики уровней воды р. Терисбутак – устье, за период 1946-1964 гг. (19 лет наблюдений), («0» поста 47,5 м усл), в см над условным нулём

Характеристика (годы)	Высший уровень за год		Низший уровень		Годовая амплитуда колебаний уровня, см год
	уровень	дата	уровень	дата	
Уровень Высший	250	1-3/ХІІ-54	171	1/ІІ-16,21, 24, 25/ ІІІ-61, 11/ІХ-62	<u>89</u> 1954
Низший	183	22/V-51	156	3-11,15-21/І, 1/ІІ- 25/ІІІ, 7/ІV-58	<u>23</u> 1951
Дата Ранняя		4/І-52		3/І-58	
Поздняя		22/ХІІ-56		31/ХІІ-47, 61	

Таблица 2 – Характеристики уровней воды р. Терисбутак – устье в среднем за период 1968-2000 гг. (32 года наблюдений), в см над «0» поста, («0» поста 1362,26 м БС),

Год, вых. характеристики за период наблюдений	Высший уровень за год		Низший уровень за год		Колебания за год	
	см	дата	см	дата	см	год
Уровень средний	210		179		35	
Высший	288	03.05.88	183	11.02-05.04.88 (9) 23.11-31.12.89 (5)	105	1969 1988
Низший	188	14.04.- 07.10.82(15)	167	25.02-12.03.68	8	1982
Дата средняя	19.05			22.02 (88%)		
Ранняя	18.04.80			01.01 (6%)		
Поздняя	19.07.99			29.12.81		

Ледовый режим. Ледовый режим многих рек, особенно горных, изучен слабо, а работы по его исследованию малочисленны. Из последних работ наиболее интересными являются (Козлов, 2015: 36; Михайлов, 2005: 189).

В результате проведенного анализа литературных источников и данных кадастровых материалов выявлено, что ежегодные даты появления устойчивых ледяных образований в бассейне р. Терисбутак сильно варьируют. При этом основной формой осенних ледяных образований являются забереги. На горных реках исследуемого района в наиболее узких местах забереги часто отсутствуют, а в местах расширений нередко достигают большой величины и на отдельных участках, смыкаясь, образуют ледяные мосты. Большую роль в ледовом режиме горных рек играет внутриводный лед, образование которого представляет характерную особенность их зимнего режима. Широко распространена на горных реках шуга. В течение зимы шугоносность распределяется по месяцам обычно в некотором соответствии с изменением среднемесячной температуры воздуха. Наибольшая шугоносность рек с неустойчивым ледоставом, к которым относится р. Терисбутак, наблюдается в ноябре-декабре-январе, с постоянным ослаблением в последующие месяцы. На небольших реках расходы шуги имеют резко выраженный суточный ход: максимум наблюдается в утренние часы, а минимум – во второй половине суток. Наиболее интенсивное шугообразование наблюдается при сочетании снегопада и резкого снижения температуры воздуха. Детальные наблюдения за шугоходом не проводятся. В результате переохлаждения воды

потока образуется донный лед. Это характерно для всех горных рек рассматриваемого района, в том числе и для р. Терисбутак. Возникновение донного льда зависит от гидрографических характеристик водотока, его ложа, скоростного и термического режима. Особенно интенсивно его образование происходит на небольших водотоках при небольших скоростях течения. Наличие донного льда, шуги способствует формированию на горных реках зажоров. Наиболее благоприятные условия образования зажоров отмечаются в местах резкого изменения уклона рек, крутых извилин, наличия островов и гидротехнических сооружений. При резком изменении с большого уклона на малый происходит уменьшение скорости течения, увеличение густоты шугохода и скопление шуги. В результате образования зажоров в горной части малых рек сток резко сокращается, а на вышерасположенном участке накапливается большое количество воды, снега и льда. Далее может произойти прорыв, резкое увеличение стока воды, может образоваться селевой поток, который нанесет большой ущерб гидротехническим и другим сооружениям. На малых горных реках часто наблюдаются мощные зажоры, с увеличением уровня до полутора метров.

Процесс замерзания рек в рассматриваемом районе может происходить в первой декаде ноября – второй декаде декабря. Замерзание малых рек может происходить довольно быстро в результате быстро увеличивающихся берегов. В результате закупорки живого сечения водотоков внутриводным льдом местами образуется ледостав с большим количеством полыней.

Таблица 3 – Характеристика уровней воды р. Терисбутак – устье, за период 2001-2014 гг. (14 лет наблюдений)

Год	Характеристика уровня													
	Средн	Высший				низший при открытом русле				низший зимний				
		уровень	дата		число случ.	уровень	дата		число случ.	уровень	дата		числ случ.	
			первая	посл.			первая	посл.			первая	посл.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
2001	184	195	03.03	-	1	183	09.08	27.11	78	179	23.01	22.02	31	
2002	193	221	10.06	-	1	188	28.10	22.11	21	178	22.02	23.02	2	
2003	192	(238)	24.07	-	1	186	17.11	18.11	2	181	13.03	14.03	2	
2004	186	212	06.06	-	1	181	17.12	18.12	2	180	31.01	29.02	4	
2005	-	-	-	-	-	180	09.11	18.11	10	180	19.12.2004	22.12.2004	4	
2006	-	222	01.06	-	1	-	-	-	-	178	16.12.2005	-	1	
2007	182	228*	15.12	-	1	178	29.07	20.11	4	179	27.02	05.03	7	
2008	179	179	09.05	14.05	3	174	17.08	05.09	19	179	01.12..2007	21.04	96	
2009*	183	198	09.06	-	1	177	25.03	09.05	39	177	09.11..2008	12.03	121	
2010	190	207	22.06	-	1	185	15.03	20.03	6	183	25.02	08.03	12	
2011	193	208	07.05	-	1	188	28.03	07.04	11	188	01.12..2010	27.03	117	
2012	195	210	29.04	-	1	-	-	-	-	190	20.12..2011	22.12.2011	3	
2013	196	206	06.06	-	1	193	01.11	19.11	19	190	20.12..2012	22.12.2012	3	
2014	193	211	30.05	-	1	192	08.07	09.11	123	193	20.11..2013	18.03	119	

Примечание: 228* – загорно-заторный уровень; 2009* – с 13.08 изменен «0» поста с отметки 1362,36 м БС на отметку «0» поста – 1387,65 м БС, в связи с переносом поста на 650 м вверх по течению. Уровни уязваны.

Характеристика уровня	За период 1968-2014 гг.			
	Уровень	Дата		Число случаев
		первая	последняя	
Средний	186			
Высший	288	03.05.88	-	1
низший при открытом русле	174	17.08	05.09.2008	19
низший зимний	167	25.02	12.03.1968	8

На многих горных замерзающих водотоках ледовый покров непрочен. В течение всей зимы на многих реках сохраняется большое количество полыней, не замерзающих даже в самые суровые зимы. Они обычно наблюдаются в местах с быстрым течением и обильным выходом грунтовых вод. В этих полынях нередко образуются шуга, которая, забивая живое сечение русла реки, вызывает резкие колебания уровня воды. Начало разрушения льда в среднем приходится на последнюю декаду февраля – первую декаду апреля. Вскрытие многих рек происходит с частым образованием заторов льда. На горных реках нередко формируются весенние зажоры в результате схода снежных лавин и образования снежных завалов, вызывающих катастрофический подъём воды. При вскрытии ледяной пок-

ров сохраняется дольше в местах уменьшения уклона и скорости течения. В связи с возвратом холода могут образовываться забереги и внутриводный лед. Вскрытие и очищение ото льда обычно менее растянуто во времени, чем процесс замерзания.

Река Терисбутак по ледовому режиму относится к рекам с неустойчивым ледовым покровом (Михайлов, 2005: 226). Для реки Терисбутак характерны: забереги, шуга, шугоход, ледостав с полынями, ледостав, донный лед, нависший лед, ледяные мосты, зажоры, подпоры от зажоров, ледоход и др.

В таблице 4 приведены многолетние данные о ледовых явлениях, а в таблице 5 – многолетние данные о толщине льда на р. Терисбутак – устье.

Таблица 4 – Ледовые явления на р. Терисбутак – устье по данным за многолетний период с 1945 по 2000 гг., (Многолетние данные, 2006: 251).

Характеристика	Дата		Продолжительность, сутки	
	начало ледовых явлений	окончание ледовых явлений	ледовых явлений	ледостава
Средняя	11.11	04.04	135	80
Ранняя (наибольшая)	19.10	(25.02)	181	135
Год (% случаев)	1995	1947	1995-96	1975-76
Поздняя (наименьшая)	23.12	05.05	(74)	0
Год (% случаев)	1971	1967	1946-47	15 %

Таблица 5 – Толщина льда на р. Терисбутак – устье по данным за многолетний период (1957-1991, 1997, 1999, 2000 гг.)

Характеристика	Месяц														Наиб. за год
	XI		XII			I			II			III			
	20	30	10	20	31	10	20	31	10	20	28	10	20	31	
Средняя			36	35	40	39	34	37	37	37	36	28	24		
Наибольшая	-	-	56	70	98	75	76	80	72	72	71	64	50	-	98
Год (% случаев)			1961	1974	1968	1970	1969	1958	1969	1969	1969	1969	1984		31.12.68
Наименьшая	нб	нб	нб	нб	нб	нб	нб	нб	нб	нб	нб	нб	нб	нб	
Год (% случаев)	94%	71%	60%	42%	26%	15%	1958 1988	17%	1966	1963 1966	15%	21%	55%	97%	

Таблица 6 – Температура воды на р. Терисбутак – устье за многолетний период с 1945 по 2000 гг., (°C), (Многолетние данные, 2006: 226)

Характеристика	Месяц											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Средняя	0,7	1,3	1,7	4,7	7,3	9,5	11,6	11,4	8,6	4,7	1,7	0,9
Наибольшая	2,2	2,0	2,9	6,4	9,3	11,7	13,5	13,3	10,5	6,9	3,5	2,2
Год (% случаев)	1948	1950	1948	1997	1982	1995	1995	1984	1946	1946	1980	1948
Наименьшая	0,2	0,3	0,7	1,3	4,0	6,0	6,8	6,0	3,3	1,5	0,7	0,1
Год (% случаев)	1989, 1993	1984	1992	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1994	1949	1961

Большой интерес при исследовании ледовых явлений представляет термический режим. В таблице 6 приводится характеристика температуры воды р. Терисбутак – устье за многолетний период.

Результаты

1. Несмотря на сложные условия функционирования гидропоста р. Терисбутак-устье, связанные с неоднократным изменением «0» поста, его частичным разрушением и переносом на новое место, были собраны данные об уровнях воды по нему за весь многолетний период и проведен их глубокий анализ.

2. Выявлены основные закономерности и особенности колебаний уровня воды р. Терисбутак внутри года, которые характерны не только для района поста, но и в целом для реки, в том числе и для участков расположения будущих водозаборов.

3. Получены количественные данные о характерных уровнях и амплитудах их колебания, выявлены причины возникновения высоких и низких уровней как в зимний, так и в летний периоды.

4. Исследован ледовый режим реки, причины и периоды возникновения различных ледовых явлений и ледяных образований, охарактеризована их интенсивность и воздействие на изменение уровней воды.

5. Приведены данные о толщине льда и о температурном режиме воды р. Терисбутак.

Выводы

1. Уровенный режим р. Терисбутак имеет неустойчивый характер. Как в весенне-летний,

так и в зимний периоды могут наблюдаться резкие повышения уровня, обусловленные в весенне-летний период прохождением снего-дождевых, дождевых водных паводков и селей, а в зимний период – наличием шуги, донного льда, что способствует формированию заторно-зажорных явлений.

2. К критическим также относятся самые низкие уровни воды, при которых могут быть затруднены водозаборы из реки, обусловленные низким речным стоком.

3. Река Терисбутак относится к рекам с неустойчивым ледоставом и сложным ледовым режимом, характеризуется наличием большого разнообразия ледовых явлений и ледяных образований.

4. Требуется повышение полноты и качества наблюдений за ледовым режимом, так как в настоящее время вся систематическая информация о нём берется из книжек водомерных наблюдений, а знания наблюдателей в этой области недостаточные. Потребность же в надёжной информации о ледовом режиме горных рек постоянно растет в связи с освоением территорий горных водосборов для различных направлений экономической деятельности.

5. Особое внимание при изучении ледового режима следует обратить на количественные измерения шуги и внутриводного льда, которые могут вызвать большие проблемы при строительстве и эксплуатации водозаборов и малых ГЭС.

6. Необходимо оценить влияние на ледовый режим глобального потепления, сопоставив ледовый режим малых горных рек за периоды по 1979 г. и с 1980 г. (года начала заметного увеличения средней глобальной температуры) по настоящее время.

Литература

- 1 Гидрологическая изученность. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – Т. 13, вып. 2. – 304 с.
- 2 Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. Бассейны рек оз. Балхаш. 2001-2014 гг.
- 3 Козлов Д.В., Бузин В.А., Фролова Н.Л., Агафонова С.А., Бабурин В.Л., Банщикова Л.С., Горошкова Н.И., Завадский А.С., Крыленко И.Н., Савельев К.Л., Козлов К.Д., Бузина Л.Ф. Опасные ледовые явления на реках и водохранилищах России: монография / Д.В. Козлов, В.А. Бузин, Н.Л. Фролова, С.А. Агафонова, В.Л. Бабурин, Л.С. Банщикова, Н.И. Горошкова, А.С. Завадский, И.Н. Крыленко, К.Л. Савельев, К.Д. Козлов, Л.Ф. Бузина; под общей ред. проф., д.т.н. Д.В. Козлова. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2015. – 348 с.
- 4 Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. – М.: Высшая школа, 2005. – 463 с.
- 5 Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Государственный водный кадастр Республики Казахстан. 1991-2000 г. Бассейны рек оз. Балхаш и бессточных районов Центрального Казахстана. – Алматы, 2006. – Вып. 4, т. 1. – 175 с.
- 6 Основные гидрологические характеристики. Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш. Центральный и Южный Казахстан. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – Т. 13, вып. 2. – 472 с.
- 7 Ресурсы поверхностных вод СССР. Бассейн оз. Балхаш. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – Т. 13, вып. 2. – 643 с.

References

- 1 (2001-2014) Ejevodnie dannie o rejime i resursah poverhnostnih vod sushi. Gosudarstvennii vodnii kadastr Respubliki Kazahstan. Basseini rek oz. Balhash. 2001-2014 gg. [Annual data on the regime and resources of surface waters of the land. State water cadastre of the Republic of Kazakhstan. Basins of Balkhash lake rivers. 2001-2014]
- 2 (1967) Gidrologicheskaya izuchennost. Resursi poverhnostnih vod SSSR. Bassein oz. Balhash. [Hydrological exploration maturity. Surface waters resources in the USSR. Balkhash lake basin] -L., Gidrometeoizdat, 1967. , vol.13, edit.2. – p. 304.
- 3 Kozlov D.V., Buzin V.A., Frolova N.L., Agafonov S.A., Baburin V.L. Banshchikova L.S. Goroshkova N.I., Zavadsky A.S., Krylenko I.N., Savelyev K.L., Kozlov K.D., Sambucus L.F. (2015) Opasnie ledovie yavleniya na rekah i vodohranilishah Rossii: Monografiya [Dangerous ice phenomena on the rivers and reservoirs of Russia: monograph] / D.V. Kozlov, V.A. Buzin, N.L. Frolov, S.A. Agafonov, V.L. Baburin, L.S. Banshchikova, N.I. Goroshkova, A.S. Zawadzki, I.N. Krylenko, K.L. Savelyev, K.D. Kozlov, L.F. Elder; Pod obschei red. prof., d.t.n. D.V. Kozlova. M.: Izd-vo RGAU MSKhA imeni K.A. Timiryazeva. 2015. – p. 348.
- 4 Mikhailov V.N., Dobrovolskiy A.D., Dobrolyubov S.A. Gidrologiya (2005) [Hydrology] – M., Vysshaya shkola, 2005. – p. 463.
- 5 (2006) Mnogoletnie dannie o rejime i resursah poverhnostnih vod sushi. Gosudarstvennii vodnii kadastr Respubliki Kazahstan. 1991-2000 g. Basseini rek oz. Balhash i besstochnih raionov Centralnogo Kazahstana., [Long-term data on the regime and resources of the land surface waters. State water cadastre of the Republic of Kazakhstan. 1991-2000. The basins of Balkhash lake rivers and drainless regions of Central Kazakhstan.] – Almati, 2006., edit.4, vol.1., – p. 175.
- 6 (1967) Osnovnie gidrologicheskie harakteristiki. Resursi poverhnostnih vod SSSR. Bassein oz. Balhash. Centralnii i Yujnii Kazahstan., [Basic hydrological characteristics. Surface waters resources in the USSR. Balkhash lake basin. Central and Southern Kazakhstan] – L., Gidrometeoizdat, 1967. – vol.13, edit.2. – p. 472.
- 7 (1970) Resursi poverhnostnih vod SSSR. Bassein oz. Balhash., [Surface waters resources in the USSR. Balkhash lake basin.] – L., Gidrometeoizdat, 1970. , vol.13, edit.2. , – p. 643.