

ISSN 1998 – 7838

АО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ХОЛДИНГ “ПАРАСАТ”»
ТОО «ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ»

ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ГЕОЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

2

АПРЕЛЬ – ИЮНЬ 2012 г.

ОСНОВАН В ОКТЯБРЕ 2007 ГОДА

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2012

Главный редактор
академик НАН РК, доктор географических наук
И. В. Северский

Зам. главного редактора:
доктор географических наук **Ж. Д. Достай**,
доктор географических наук **Ф. Ж. Акиянова**

Редакционная коллегия:

С. А. Абдрахманов, доктор географических наук **А. К. Ализаде** (Азербайджан), доктор географических наук **Н. А. Амиргалиев**, доктор географических наук **В. П. Благовещенский**, доктор географических наук **Г. В. Гельдыева**, доктор географических наук **А. П. Горбунов**, доктор географических наук **С.Р. Ердавлетов**, доктор географических наук **А. А. Ергешов** (Кыргызская Республика), доктор географических наук **И. М. Мальковский**, доктор географических наук **А. Р. Медеу**, доктор географических наук **У. И. Муртазаев** (Таджикская Республика), кандидат геолого-минералогических наук **Э. И. Нурмамбетов**, доктор географических наук, **Р. В. Плохих**, доктор географических наук **И. Б. Скоринцева**, кандидат географических наук **Т. Г. Токмагамбетов**, доктор технических наук **А. А.Турсунов**, кандидат географических наук **Р. Ю. Токмагамбетова**

Ответственный секретарь
кандидат географических наук **В. С. Крылова**

Собственник: **ТОО «Институт географии»**
Подписной индекс для юридических лиц: **24155**

Адрес редакции:
050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 99
Тел.: 291-81-29, факс: 291-81-02, e-mail: ingeo@mail.kz

© ТОО «Институт географии», 2012

**Свидетельство о регистрации издания № 8243-Ж от 5 апреля 2007 г.
и перерегистрации № 11303-Ж от 22 декабря 2010 г.
выдано Министерством связи и информации Республики Казахстан**

От редактора

В статье А. Р. Медеу с соавторами изложены результаты обследования высокогорных озер бассейна р. Коргос. Статья содержит информацию о 48 озерах, большая часть которых отнесена авторами к категории потенциально опасных, а 4 озера – к категории особо опасных. Приведены также результаты оценки изменений оледенения бассейна за последние десятилетия, согласно которым темпы деградации ледников с начала 1980-х годов явно снизились.

В статье В. П. Благовещенского с соавторами на основе анализа материалов экспедиции И. В. Мушкетова приведена характеристика ряда крупных оползней и обвалов в Иле Алатау, генетически связанных с катастрофическим Верненским землетрясением 1887 г.

В. В. Жданов проанализировал весьма тревожную статистику несчастных случаев, связанных со снежными лавинами в Иле Алатау с 2003 по 2012 г. (29 случаев, 19 погибших). По оценкам автора, 90% несчастных случаев спровоцированы человеком. Показательно и то, что приобретенный опыт далеко не всегда является гарантом безопасности: нередко в лавинах гибнут опытные горные гиды и спасатели.

Четыре статьи посвящены проблемам гляциологии и горной гидрологии.

В статье И. В. Северского с соавторами на основе выявленной ранее устойчивости соотношений площади ледников частного бассейна и площади оледенения соответствующей ледниковой системы впервые исследованы изменения крупных ледниковых систем Балкаш-Алакольского бассейна – Северо-Илейской, Жетысуской и Верхнеилейской с 1955/56 по 2008-2011 гг. Согласно результатам исследований названные ледниковые системы в течение указанного периода развивались синхронно с близкими по величине темпами сокращения площади открытой части ледников и запасов льда.

В статье Л. В. Когутенко представлены результаты оценки изменений ледников бассейнов рек Коксу и Кюнес (составляющих реки Иле на территории Китая) на основе сравнительного анализа данных нового каталога ледников, составленного по материалам дешифрирования космических снимков 2011 г., с данными первого каталога, составленного китайскими специалистами по материалам аэрофотосъемки 1962—1963 гг. Проанализировано сокращение площади открытой части ледников в зависимости от их морфологического типа и экспозиции, оценены темпы сокращения площади ледников и объема льда.

В статье А. П. Горбунова впервые рассмотрены особенности распределения, морфологии и генезиса каменных глетчеров Южного Жетысу Алатау, общее количество которых приближается к пятистам, причем более 60% из них являются активными.

В статье Г. Е. Глазырина с соавторами представлены результаты исследований гидрологического режима трех высокогорных озер на Западном Тянь-Шане, подпруженных моренами. На основе метода имитационного моделирования оценена интенсивность фильтрации через подпрудную морену, содержащую линзу погребенного льда.

А. Г. Чигринец и М. В. Долбешкин оценили изменения стока правобережных притоков р. Ертыс в пределах Казахстана за единый расчетный период с 1933 по 2009 г.

В статье Ф. Б. Маденовой рассмотрен уникальный и поучительный опыт водопотребления и управления водными ресурсами в Сингапуре: всего за 4 десятилетия, практически не имея естественных водных ресурсов, страна решила проблему дефицита и качества воды.

Не сомневаюсь, что с интересом будет воспринята статья А. П. Горбунова о проблемах топонимики.

Географы Казахстана с интересом прочтут информацию о создании при факультете географии и природопользования КазНУ кафедры географии, землеустройства и кадастра, представленную в очерке Е. Н. Вилесова и Г. Н. Нюсуповой.

Здесь изложена хорошо продуманная система образования по ряду «приземленных» — востребованных в современных условиях рыночной экономики направлений географии. Ве-

роятно, ошибочно в перечне основных учебных дисциплин не упомянута гидрология, традиционно и весьма достойно представленная в КазНУ.

Серия очерков представлена в разделе «Юбилеи», посвященных 85-летию профессора А. П. Горбунова, 80-летию профессора Е. Н. Вилесова и памяти первого директора Института географии Г. А. Токмагамбетова.

В разделе «Хроника» Е. Н. Вилесовым изложена информация о XV Гляциологическом симпозиуме, прошедшем в июне 2012 г. в г. Архангельске.

ОЦЕНКА СЕЛЕВОЙ ОПАСНОСТИ ГЛЯЦИАЛЬНЫХ ОЗЕР БАСЕЙНА РЕКИ КОРГАС

А. Р. МЕДЕУ¹, Т. Г. ТОКМАГАМБЕТОВ², А. Л. КОКАРЕВ³, П. А. ПЛЕХАНОВ⁴

¹ Директор, проф., д.г.н. (Институт географии РК),

² рук. лаб. гляциологии, к.г.н. (Институт географии РК),

³ СНС лаб. гляциологии, к.г.н. (Институт географии РК),

⁴ зам. директора, к.г.н. (Институт гидрогеологии и геэкологии им. У. М. Ахмедсафина РК)

Қорғас өзені Қазақстан мен Қытай арасындағы шекаралық өзен болып табылады. Оның бассейні Алатау Жетісу жотасыдағы орталық бөліктің оңтүстік беткейінде орналасқан. Қазақстан мен Қытай арасындағы келісім бойынша Хоргос шекарасынан өтетін Қорғас өзенінің жайылмасында шекаралық ірі ынтымақтастық Орталығы салынады. Қорғас өзенінің бассейні гляциологиялық өзендердің дамуын жалғастыруы мүмкін, Қазанкөл өзенінің үйінділерін бұзу (келтірілген) жағдайында бұл Қорғас өзені шекаралық ынтымақтастық Орталығы үшін нақты қауіп-қатерді көрсетеді және болашақта да көрсететін болады.

Река Коргас является пограничной между Казахстаном и Китаем. Ее бассейн расположен в центральной части южного склона хребта Жетысу Алатау. По соглашению между Казахстаном и Китаем на пограничном переходе Хоргос в пойме реки Коргас возводится крупный Центр приграничного сотрудничества. Развитие гляциальных озер в бассейне реки Коргас, вероятно, будет еще продолжаться, и эти озера представляют, и будут представлять реальную угрозу для Центра приграничного сотрудничества в случае «наведенного» прорыва завального озера Казанколь.

The river Korgas is boundary river between Kazakhstan and China. Its basin is located in the central part of southern slope of ZhetysuAlatau range. According to agreement between Kazakhstan and China at the boundary transition of Khorgos in the floodplain of the river Korgas the large Center of Frontier Cooperation is erected. Development of glacial lakes in Korgas river basin possibly will continue and these lakes present and will present real danger for the Center of Frontier Cooperation in case of outburst of naturally dammed lake Kazankol.

Река Коргас является пограничной между Казахстаном и Китаем. Ее бассейн расположен в центральной части южного склона хребта Жетысу Алатау (рис. 1). Площадь бассейна Коргаса в пределах территорий Казахстана и Китая составляет около 5 тыс. км², длина реки до впадения в реку Иле – 140 км. Максимальные высоты на обрамляющих бассейн гребнях гор достигают 4000 – 4200 м, устье реки расположено на отметке 540 м над уровнем моря. В верховьях реки Коргас значительные площади покрыты современным оледенением, многолетнемерзлыми отложениями и породами.

В рамках межгосударственного соглашения между Казахстаном и Китаем от 2004 г. на пограничном переходе Хоргос непосредственно в пойме реки Коргас возводится крупный Центр приграничного сотрудничества (МЦПС «Хоргос»), к которому в конце 2011 г. с обеих сторон подведены железнодорожные пути.

В 2012 г. ожидается завершение строительства объектов МЦПС «Хоргос» первой очереди, а с 2018 г. планируется полномасштабное его функционирование. Этот центр будет расположен по обе стороны государственной границы. На территории Казахстана объекты центра расположатся на площади 185 га, на китайской они займут 340 га. Общее вложение инвестиций с обеих сторон составит несколько миллиардов долларов США. С открытием центра здесь фактически будет действовать один из крупнейших в мире международный перевалочный сухой порт Центральной Азии. Поэтому оценка безопасности данного сухого порта в связи с возможными прорывами гляциальных озер в бассейне реки Коргас приобретает важное политическое и экономическое значение.

Авторами гляциальные озера бассейна реки Коргас исследовались на основе ранее разработанной их классификации по материалам хорошо изученного и близ расположенного к Жетысу Алатау северного хребта Тянь-Шаня - хребта Иле Алатау.

Согласно этой классификации, гляциальные озера понимаются как объекты, возникновение и развитие которых связано с ледниковой деятельностью. По генезису они разделяются на четыре типа: приледниковые, морено-

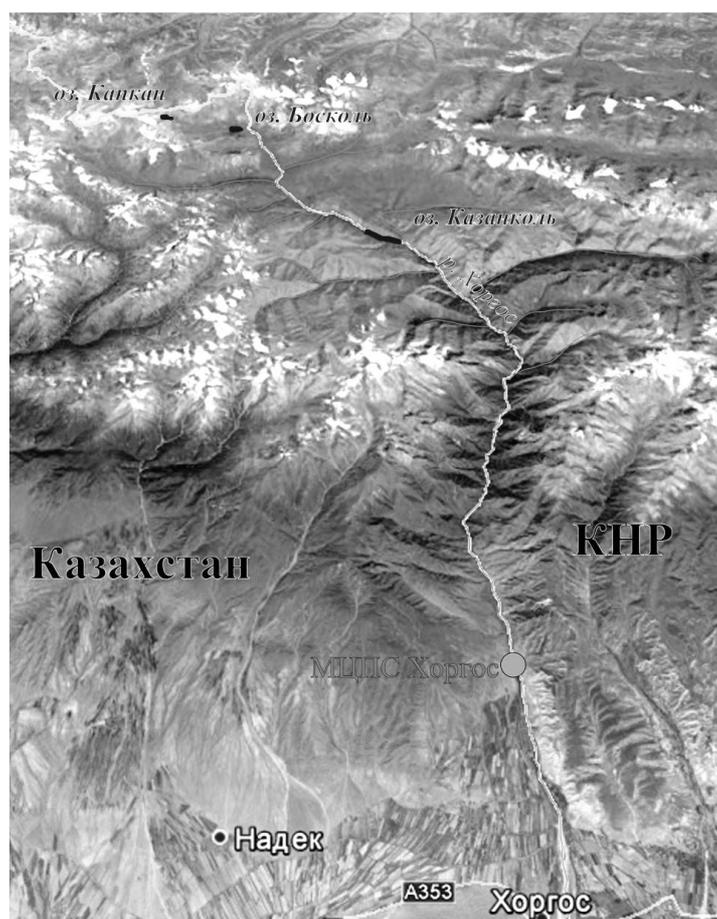


Рис. 1. Бассейн реки Коргас

западинные, морено-термокарстовые и присклоновые; по возрасту – на три типа, расположенные на современных (молодых), старых и древних моренах (или склонах); по опасности прорывов – озера разделяются по трем категориям: как неопасные, опасные и особо опасные.

Существует много различных классификаций гляциальных озер (например, приведенные А.Р. Медеу [1]). Нами в данной статье приняты следующие толкования понятий и категорий:

приледниковое озеро (ПЛ) – озеро, расположенное в углублении рельефа у края открытого ледника или на его поверхности;

моренно-западинное озеро (МЗ) – озеро, расположенное в западине рельефа морены (молодой, старой, древней).

моренно-термокарстовое озеро (МТК) – озеро, расположенное в термокарстовом провале на путях внутриморенных каналов стока или в зоне разрывных нарушений погребенных льдов.

присклоновое озеро (ПСК) – озеро в западине мерзлых склоновых отложений.

современная или молодая морена (ММ) – морена, включающая фрагменты погребенных льдов.

старая морена (СМ) – задернованная поверху морена, находящаяся в многолетнемерзлом состоянии.

древняя морена (ДМ) – задернованная поверху морена, находящаяся в частично многолетнемерзлом состоянии.

склоновые отложения (СК) – отложения выветренных пород на склонах различных генераций и мощностей в многолетнемерзлом состоянии.

Неопасное озеро (1). Прорывы (опорожнения) этого озера возможны только при определенных обстоятельствах: землетрясения, вхождение оползней или падение снежных лавин в чашу озера, антропогенные нарушения устойчивости озерных плотин и др. (площадь озера до 10 тыс. м²).

Опасное озеро (2). Это озеро имеет тенденцию увеличения или развития к прорывоопасной стадии и может опорожниться при стечении благоприятных геоморфологических и (или) гидрометеорологических условиях (площадь озера до 50 тыс. м²).

Особо опасное озеро (3). Это озеро достигло прорывоопасного состояния и может прорваться в любой момент времени в течение текущего теплого периода или в ближайшие годы (площадь озера от 50 до 100 тыс. м² и более, глубины озера более 10 м, наличие фокусных воронок на ложе озера до 20-40 м и более, нарушения целостности водоудерживающих плтин и др.).

Материалами для проведенных авторами исследований гляциальных озер в бассейне реки Коргас явились данные из опубликованных и рабочих каталогов ледников по состоянию на 1956 [2], 1972, 1990 и 2000 [3] и 2011 годы, крупномасштабные топокарты по состоянию на 1978, 1988 годы, космические снимки региона Landsat TM от 14.09.1989 г., Landsat 7 ETM+ от 04.09.2000 г., Landsat 7 ETM+ от 11.09.2011 г., а также результаты натурных обследований озер в 2011 г. Статистическая информация по гляциальным озерам бассейна реки Коргас, взятая из указанных источников, сведена в табл. 1, а их современное расположение показано на рис. 2.



Рис. 2. Карта гляциальных озер верховьев бассейна реки Коргас:

А – бассейны рек Джланды и Джильдайрык (Казахстан); Б – бассейны рек Улькен-Казан и Тарысай (КНР);
1 – ледники; 2 – современные морены; 3 – озера; 4 – озера, исчезнувшие за период с 1990 по 2011 гг.; 5 – реки; 6 – хребты; 7 – изолинии; 8 – государственные границы до 1980-х годов; 9 – современные государственные границы

Таблица 1. Сведения о динамике состояния гляциальных озер и опасности их прорывов в верховьях бассейна реки Коргас
(выше озера Казанколь) в 1956 – 2011 годах

Река	Ледник (№, тип, экспозиция по Каталогу 1956 г.)	Деградация ледников, % (1956-2011 гг.)	№ озера	Н. м. абс. над ур. моря	Площадь озера, тыс. м ² (по годам)					Характеристика озера	Степень опасности озера	Примечание	
					1956	1978	1990	2000	2011				
Джланды	22, асимм. дол., В	-37,3	1 (Капкан)	3440	Н/Д	67,7	196,2	213,9	214,1	ММ, ПЛ	3		
			2	3450	Н/Д	4,7	4,4	5,9	5,1	ММ, МТК	1		
			2 а	3410	Н/Д	5,9	2,2	-	-	-	-	-	Озеро исчезло в 90-е годы
	22-23	-45,4	3	3350	172,0	102,6	159,0	101,0	96,6	СМ, МЗ	2	Прорыв вероятен при прорыве оз. № 1	
			4	3340	Н/Д	9,8	12,3	10,9	13,5	СМ, МЗ	2		
			5	3300	Н/Д	13,3	17,6	15,1	15,7	СМ, МЗ	2		
	-	-	-	6	3260	Н/Д	1,8	2,0	-	-	-	-	Озеро исчезло в 90-е годы
	22-26	-44,9	7 (Босколь)	3120	201,0	203,5	196,2	176,2	195,1	СМ, МЗ	2	Прорыв вероятен при прорыве оз. № 1	
			7 а	3110	Н/Д	1,9	2,0	3,0	3,1	СМ, МЗ	2		
			7 б	3090	Н/Д	3,9	2,7	2,5	2,0	СМ, МЗ	2		
			7-в	3100	Н/Д	2,2	1,0	-	-	-	-		-
	23, шлф., СВ	-52,3	8	3420	Н/Д	66,6	67,1	70,8	75,2	ММ, МЗ	3		
			8 а	3700	-	-	-	-	2,5	ММ, ПЛ	1	Образовалось в 2000-е годы	
			8 б	3520	-	-	-	-	4,7	ММ, ПЛ	1	Образовалось в 2000-е годы	
			8 в	3460	-	-	6,7	6,1	3,3	ММ, МТК	2	Образовалось в 80-е годы	
			8 г	3440	Н/Д	Н/Д	Н/Д	0,9	1,7	ММ, МТК	1		
			8 д	3345	Н/Д	16,3	8,3	2,5	4,4	СМ, МЗ	1		
			8 е	3345	Н/Д	2,8	Н/Д	-	-	-	-	-	Озеро исчезло в 90-е годы
	24, шлф., С	-36,0	9	3460	Н/Д	Н/Д	13,4	12,3	12,3	ММ, МЗ	2		
			10	3440	Н/Д	Н/Д	10,9	2,9	6,5	ММ, МЗ	2		
10а			3500	-	-	-	2,4	4,7	ММ, ПЛ	1	Образовалось в 90-е годы		
10 б			3455	-	-	-	-	0,5	ММ МТК	1	Образовалось в 2000-е годы		
10 в			3300	Н/Д	Н/Д	5,5	1,1	-	-	-	-	Озеро исчезло в 2000-е годы	
Джилы-дайрык	41, кар.-дол., ЮВ	-45,5	11	3590	Н/Д	Н/Д	24,0	17,9	22,2	ММ, ПЛ	2		
	42, дол., В	-24,5	12	3510	114,0	85,7	96,2	92,8	97,5	ММ, МЗ	3		
	39-40	-31,2	12 а	3510	Н/Д	33,6	11,0	5,7	-	-	-	Озеро исчезло в 2000-е годы	
	38, шлф., В	-42,7	13	3550	Н/Д	Н/Д	7,8	3,5	6,7	ММ, МЗ	2		
			14	3540	Н/Д	Н/Д	12,2	11,7	19,1	ММ, МЗ	2		
			14 а	3490	Н/Д	27,2	7,7	5,1	7,3	ММ, МЗ	2		

	37-38	-44,4	15	3455	Н/Д	Н/Д	17,6	32,4	35,8	СМ, МТК	2	
	37, дол., 3	-47,0	16	3590	Н/Д	Н/Д	12,3	9,9	12,7	ММ, МЗ	2	
Западный Сакоу	-	-	17	3430	Н/Д	17,4	24,0	30,9	40,4	СК, ПСК (ТК)	2	
	-	-	18	3160	Н/Д	14,2	17,6	17,9	12,1	СК, ПСК	1	
Восточный Сакоу	59-60	-72,8	19	3190	Н/Д	19,7	24,0	21,8	22,2	СМ, МЗ	2	
Тарысай (КНР)	15, кар.-вис., СЗ	-90,0	20	3550	Н/Д	34,1	49,0	36,4	41,9	СМ, МЗ	2	Образовалось в 90-е годы
			20 а	3570	-	-	-	2,5	7,6	ММ, ПЛ	2	
	14, кар.-вис., СЗ	-73,3	21	3410	Н/Д	70,2	70,6	61,8	75,6	ММ, МЗ	3	
	-	-	22	3610	Н/Д	55,7	59,4	48,7	56,7	СК, ПСК	2	
	-	-	23	3490	Н/Д	60,4	82,9	67,9	61,4	СК, ПСК	2	
Улькен-Казан (КНР)	7, кар.-вис., СЗ	-63,3	24	3380	112,0	130,6	159,0	181,7	179,4	СМ, МЗ	2	
			24 а	3370	Н/Д	Н/Д	Н/Д	14,4	18,0	СМ, МЗ	2	
	-	-	25	3380	Н/Д	25,9	17,6	44,9	47,2	СМ, МЗ	2	
	9, кар.-вис., СВ	-90,0	25 а	3500	Н/Д	6,8	7,3	7,8	11,1	ММ, МЗ	2	
	10, вис.-кар., В	-42,2	26	3490	74,0	68,9	82,9	96,8	100,3	ММ, МЗ	3	
	10-12	-50,0	27	3310	Н/Д	25,7	24,0	31,4	29,8	СМ, МЗ	2	
	12, кар.-дол., С	-54,0	28	3470	87,0	96,1	110,0	101,0	112,9	ММ, МЗ	3	
			28 а	3550	-	-	-	-	14,9	ММ, ПЛ	2	Образовалось в 2000-е годы
	-	-	29	3390	Н/Д	8,4	12,3	-	-	-	-	Озеро исчезло в 90-х годах

Примечания:

В графах «Площадь, характеристика, степень опасности озера»: Н/Д – нет данных, прочерк – отсутствие озера.

№ ледника – соответствует номеру ледника в опубликованном Каталоге ледников СССР [7].

Ландшафт местности, где расположено озеро: ММ – поверхность молодой (современной) морены, сложенной из погребенных льдов и мерзлых пород; СМ – старая задернованная морена, сложенная из мерзлых пород; СК – склоновые отложения.

Тип озера: ПЛ – приледниковое гляциальное озеро, расположенное в углублении рельефа у края открытого ледника или на его поверхности; МЗ – моренно-западинное гляциальное озеро, расположенное в западине рельефа морены (молодой, старой, древней); МТК – моренно-термокарстовое озеро, расположенное в термокарстовом провале на путях внутриморенных каналов стока или в зоне разрывных нарушений погребенных льдов; ПСК – присклоновое озеро, расположенное в западине мерзлых склоновых отложений.

Характеристика прорывной опасности гляциального озера:

1-я категория – практически неопасное озеро при площади до 10,0 тыс. м².

2-я категория – потенциально опасное озеро при площади до 50,0 тыс. м².

3-я категория – особо опасное озеро при площади 50,1-100,0 тыс. м² и более.

Основными параметрами, по которым исследовались закономерности возникновения, развития и исчезновения гляциальных озер в бассейне реки Коргас, являлись:

1. Морфологический тип и экспозиция ледника, «породившего» соответствующее гляциальное озеро.
2. Степень деградации этого ледника, в %.
3. Высота расположения озера над уровнем моря.
4. Площадь озера, в тыс. м².
5. Генетический тип озера и ландшафт его месторасположения.
6. Степень прорывной опасности озера по трем категориям.

Данные по параметрам гляциальных озер бассейна реки Коргас, приведенные в табл. 1, определены:

по п. 1 – на основе данных Каталога ледников СССР [2];

по п. 2 - 5 – по данным непосредственных измерений или по крупномасштабным топографическим картам и космическим снимкам. При этом площадь озера на основе картографических материалов и данных ДЗЗ рассчитана с использованием ГИС программы MapInfo;

по п. 6 – степень прорывной опасности озера оценивалась, исходя из измеренных или рассчитанных площадных характеристик озера, а также внешней оценки состояния его вододерживающей фронтальной плотины.

Разумеется, было бы правильнее оценивать прорывную опасность озера по величинам их объемов, однако непосредственно измерены объемы лишь нескольких высокогорных озер, а расчет этих объемов по известным нам эмпирическим формулам для исследуемого региона $V = f(F)$ дает ошибки до 50% и более.

К подобным формулам для региона Центральной Азии относятся, например:

Формулы Н.В. Попова [4]:

$$V = 0.059F^{1.44}, \quad (1)$$

$$V = 0.07F^{1.3}, \quad (2)$$

где V и F – объем и площадь озера в тыс. м³ и тыс. м², а формулы (1) и (2) соответственно рекомендованы для озер, находящихся в стадии активного развития (1) и для озер, находящихся в стадии первичного возникновения или в стадии деградации (2).

Формулы В.А. Керемкулова [5]:

а) для западных озер

$$V = 0,20 S_{max}^{0,54} h^{2,04}, \quad (3)$$

$$S = 0,33 S_{max}^{0,56} h^{1,13}, \quad (4)$$

б) для термокарстовых озер

$$V = 0,09 S_{max}^{0,10} h^{2,48}, \quad (5)$$

$$S = 0,21 S_{max}^{0,13} h^{1,51}, \quad (6)$$

где S_{max} – максимальная площадь зеркала озера, тыс. м²; h – глубина озера, м; V – объем озера, тыс. м³; S – расчетная площадь зеркала озера, тыс. м².

Анализ данных, представленных в табл. 1, позволяет сделать вывод, что гляциальные озера в бассейне реки Коргас в связи с деградацией горного оледенения, вероятно, начали появляться в 1930 годах, и к настоящему времени их развитие достигло апогея.

Гляциальные озера возникли и развиваются практически у всех морфологических типов ледников: долинных, шлейфовых, карово-долинных, карово-висячих, висячих с экспозициями от западных до юго-восточных румбов (по часовой стрелке). Нет и не было гляциальных озер только в секторе от западных до юго-восточных румбов (против часовой стрелки), т.е. на наиболее теплых экспозициях.

Степень деградации ледников, на моренах которых появились гляциальные озера, колеблется от 25 до 90 %, при этом средний темп деградации в рассматриваемых бассейнах составляет около 1

% в год. За последнее десятилетие наблюдается явное замедление темпа деградации оледенения по сравнению с предыдущими периодами [3] (табл. 2, рис. 3).

Таблица 2. Изменение площади оледенения в частных бассейнах р. Коргас

Бассейн	1956, км ²	1972, км ²	1990, км ²	2000, км ²	2011, км ²	1956-2011, Δ км ²	%	% /год
Улькен-Казан	8,9	6,075	4,753	3,876	2,62	-6,280	-70,6	1,28
Тарысай	1,3	0,8	0,419	0,199	0,114	-1,186	-91,2	1,66
Джланды	7,2	6,563	5,326	4,603	3,971	-3,229	-44,8	0,82
Джилдайрык	20,1	17,75	13,037	11,069	9,474	-10,626	-52,9	0,96
Зап. Сакоу	0,9	0,622	0,363	0,288	0,219	-0,681	-75,7	1,38
Восточ. Сакоу	0,9	0,716	0,383	0,325	0,229	-0,671	-74,6	1,36
Всего	39,300	32,526	24,281	20,360	16,627	-22,673	-57,7	1,05

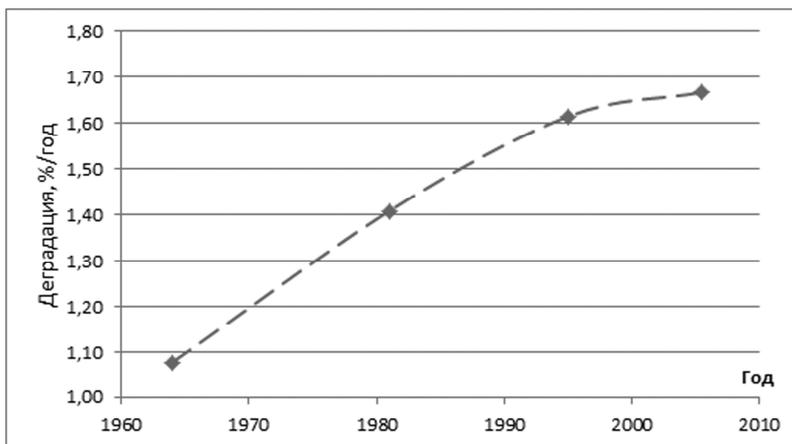


Рис. 3. Темпы деградации площади ледников частных бассейнов р. Коргас

В бассейне р.Коргас встречаются гляциальные озера 4-х типов: приледниковые, моренно-западинные, моренно-термокарстовые и присклоновые.

Гляциальные озера в различных ландшафтных зонах (в том числе исчезнувшие озера) имеют высотные различия. Озера на современных моренах расположены на высотах от 3260 до 3700 м (в среднем на 3470 м над уровнем моря), соответственно присклоновые озера находятся на высотах 3160 – 3610 м и в среднем на высоте 3420 м, озера на старых моренах – на высотах 3090 – 3450 м и в среднем на высоте 3290 м над уровнем моря.

С 1956 по 2011 гг. в бассейне реки Коргас возникли и уже прекратили свое существование 7 озер, в том числе 6 на современных моренах и 1 на старой морене.

При исследовании гляциальных озер по отдельности выявить каких-либо закономерностей в их возникновении и развитии не удастся, скорее факты их наличия в пространстве и во времени можно назвать случайными, поэтому была сделана попытка выявить эти закономерности на основе анализа их интегральных показателей (табл.3).

Таблица 3. Динамика развития гляциальных озер в бассейне реки Коргас в интегральном выражении

Типы гляциальных озер	Количество/суммарная площадь озер, в тыс. м ²				
	1956 г.	1978 г.	1990 г.	2000 г.	2011 г.
Озера на современных моренах	3/275	14/546	18/736	21/733	22/818
Озера на старых моренах	3/485	13/590	10/676	14/674	14/705
Озера на склонах	-	4/148	4/184	4/165	4/171
Итого	6/760	31/1284	32/1596	39/1572	40/1694

По данным табл. 3 ясно просматриваются следующие общие тенденции:

1. Гляциальные озера на современных моренах до 1980 годов существенно увеличивались как по количеству, так по и суммарной площади, а с 1990 годов такая динамика практически не проявлялась.

2. Гляциальные озера на старых моренах и склонах, очевидно, имеют крайне неактивную динамику.

Эти выявленные закономерности позволяют утверждать, что гляциальные озера в бассейне реки Коргас развиваются по аналогичному сценарию как в Иле Алатау, на основе данных по которому обоснованы следующие механизмы развития гляциальных озер для стадии деградации горного оледенения, по меньшей мере в юго-восточном Казахстане [6].

В горно-ледниковых регионах Казахстана гляциальные озера, как правило, являются следствием климатически обусловленной деградации оледенения. В этот период на современных моренах и ледниках озера возникают различными путями при: образовании термокарстовых провалов и трещин в погребенных льдах или мерзлых грунтах; обрушениях кровли внутриморенных каналов стока на современных моренах; протаивании поверхности фронтальных морен в местах с наименьшей толщиной моренного чехла у концов ледников. Появившиеся таким образом озера существуют в основном в теплое время года – с мая по сентябрь, однако многие из этих озер остаются частично заполненными круглый год.

В течение ряда лет, иногда десятилетий гляциальные озера морфологически изменяются. Одни озера после появления уже на следующий год или через несколько лет исчезают, другие заполняются на протяжении многих лет, оставаясь практически в стабильном состоянии третьи, – напротив значительно увеличиваются в размерах и затем прорываются. Наиболее свойственно увеличиваться в размерах озерам, возникшим у концов ледников. Развитие таких озер, как правило, происходит в два этапа.

На первом этапе озера увеличиваются в основном по площади, продвигаясь вслед за деградировавшими концами ледников. На этой стадии рост глубин водоемов мал из-за низких температур воды в озерах ($-1-2^{\circ}\text{C}$), что связано с охлаждающим действием ледникового ложа, поступлением в озера холодной воды (около 0°C) с ледников и частой сменой водных масс в водоемах, вследствие малых их размеров.

Второй этап в развитии приледниковых озер наступает с момента зачехления концов ледников абляционными моренами и стабилизацией в связи с этим площадных изменений водоемов. В дальнейшем в озера поступает более прогретая (до $1-2^{\circ}\text{C}$) на абляционных моренах талая вода с повышенным количеством твердых наносов, которые откладываясь в озерах, теплоизолируют от погребенных льдов их ложе. Эти явления способствуют прогреву воды в водоемах нередко до $8-10^{\circ}\text{C}$, и в них активизируются термокарстовые процессы. Они протекают в основном спорадично в местах сброса воды во внутриморенные каналы стока. В таких местах водоемы углубляются до 10-15, а нередко – до 20-30 м. Именно в этой стадии озера становятся прорывоопасными. После одного или серии прорывов озера в большинстве случаев исчезают, и на их месте остаются своеобразные озерные котловины или так называемые зандровые (песчаные) поля.

Полный цикл развития проходят далеко не все озера. Многие из них деградируют без прорывов при перекрытиях в водоемах донных каналов стока, или напротив, при достаточном увеличении их пропускной способности. В первом случае озера полностью или частично заиливаются, и образуются зандровые поля, а во втором – на месте озер также как и после их прорывов остаются пустые озерные котловины.

Возможны также и возрождения озер в бывших котловинах. Как правило, возродившиеся озера существуют недолго и опорожняются через 1-2 месяца после заполнения в весеннее время. Опорожнения возродившихся озер до 90% случаев происходит путем прорывов.

Если взять за основу указанные теоретические предпосылки, можно с достаточной уверенностью сказать, что гляциальные озера бассейна реки Коргас вошли во вторую-уже прорывоопасную стадию развития, когда увеличение объемов озер происходит в основном за счет их углубления. Подтверждением этому являются данные табл.1, а также результаты экспедиционных обследований бассейна реки Коргас в 2011 г., проведенные специалистами ГУ «Казселезащита» и Института географии, которые позволили выявить непосредственно обследовать крайне опасное гляциальное озеро, названное впоследствии Капкан (рис. 4). Это озеро имеет относительно «гигантские» размеры: длина – 830 м, максимальная ширина – 320 м, средняя глубина 19 м, максимальная глубина – 41,2 м, площадь - 214,1 м². На ложе озера по данным батиметрических измерений имеются две ярко выраженные фокусные воронки глубиной до 40 м, указывающие на наличие внутриморенной фильтрации озерных вод под телом плотины.

По внешним признакам на озеро Капкан похожи и другие озера, которые отмечены в табл. 1 также как прорывоопасные, но предположительно.

Таким образом, авторы полагают, что в настоящее время в бассейне реки Коргас имеется 6 особо прорывоопасных озер, включая озеро Капкан, которые могут прорваться уже в самые ближайшие годы. Чтобы ответить на вопросы о возможных масштабах и механизмах прорывов озер, требуются дополнительные полевые исследования гляциальных озер, и желательно уже в текущем 2012

г.



Рис. 4. Озеро Капкан (справа язык ледника № 22) с видом на долину правой составляющей реки Коргас, сентябрь 2011 г.

Теоретически прорывные расходы даже в несколько сотен м³/с ни в верховьях реки, ни в среднем течении реки Коргас не смогут вызвать образование селевых процессов из-за малых русловых уклонов (3-5°) [7]. Однако натурные исследования показали, что в случае прорыва озера Капкан паводковая волна стока послужит причиной формирования наносоводных потоков повышенной мощности в результате прорыва нижерасположенных четырех озер (включая озеро Босколь) (см. рис. 4). Реальную опасность будет представлять завальное озеро Казанколь, расположенное в среднем течении реки на высоте 2218 м над уровнем моря и объемом около 6 млн. м³. Здесь при вхождении прорывного паводка в озеро может быть разрушена завальная плотина, и при этом, согласно данным [8], может возникнуть наносоводный поток с расходами около 6 тыс. м³/с, который будет представлять чрезвычайную опасность нижерасположенным населенным пунктам и строящемуся МЦПС «Хоргос».

Следует отметить, что все возможные варианты возникновения катастрофических явлений, связанных с прорывами гляциальных озер, должны быть просчитаны при проектировании и строительстве системы противоселевой защиты объектов и территорий, расположенных на предгорной равнине бассейна реки Коргас, с учетом современных требований по управлению селевыми рисками [1].

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Медеу А.П.* Селевые явления Юго-Восточного Казахстана. Основы управления. Алматы, 2011. 282 с.
2. *Черкасов П.А.* Каталог ледников СССР. Т.13, Вып.2, Ч.4. Бассейны рек Хоргоса, Усека. Л., Гидрометеиздат. 1975. С. 110.
3. *Кокарев А.Л., Шестерова И.Н.* Современное состояние оледенения и погребенных льдов Южного Жетысуского (Джунгарского) Алатау // Вопросы географии Сибири. 2009. Вып. 27. С. 62-67.
4. *Попов Н.В.* Особенности морфометрии приледниковых озер в Заилийском Алатау // Проблемы противоселевых мероприятий. Алма-Ата, Изд. «Казахстан».1988. С. 31-37.
5. *Керемкулов В.А.* Морфометрические характеристики и классификация моренных озер // Селевые потоки. М., Гидрометеиздат. 1985. № 9. С. 36 – 47.
6. *Plekhanov P.A.* Long-Term Forecast of Mudflow Hazard of Snow-Glacial Zone in the Mountains of South-East Kazakhstan // The Soviet-China-Japan Symposium and Field Workshop on Natural Disasters. Shanghai, Lanchzhou, Urumqi, Alma-Ata, Dushanbe, 1991. P. 395-399.
7. Руководство по изучению селевых потоков. – Л., Гидрометеиздат. 1976. 144 с.
8. Карта селевой опасности территории республики Казахстан. Главное управление по гидрометеорологии РК, КазНИИ мониторинга окружающей среды и климата, РГП «Казселезащита». Алматы, 1996.

СЕЙСМОГЕННЫЕ ОПОЛЗНИ И ОБВАЛЫ 1887 г. В ИЛЕ АЛАТАУ**В. П. БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ**

Рук. лаборатории природных опасностей, д.г.н. (Институт географии РК)

1887 жылы орталығы Верный қаласында болған күші 10 балға жеткен жерсілкінісі қаладағы бұзылулармен қатар, Іле Алатауында көптеген апаттық жылжымалар мен опырылымдардың болуына әкелді. Бұл жерсілкінісі 440 млн м³ тау жынысын орнынан қозғады. Қаладағы және таудағы жерсілкінісінің салдарын И.В. Мушкетов зерттеді. Мақалада И.В. Мушкетовтың материалдары бойынша ең қызықты жылжымалар мен опырылымдардың сипаттамасы беріледі.

Землетрясение 1887 г. силой 10 баллов, эпицентр которого располагался в районе г. Верный, помимо разрушений в городе вызвало сход многочисленных катастрофических оползней и обвалов в Иле Алатау. Общій объем перемещенных ими горных пород составил 440 млн. м³. Последствия землетрясения в городе и в горах были исследованы И. В. Мушкетовым. В статье приводятся описания наиболее интересных оползней и обвалов, сделанные по материалам И. В. Мушкетова.

The grade 10 earthquake of 1887 with the epicenter settled in Verniy town besides the town destructions has caused numerous catastrophic landslides and rock falls in the Ala Tau range. The total volume of the debris reached 440 million m³. The earthquake consequences in the town and in the mountains were described by Mushketov I. V. In the article there are descriptions of the most interesting landslides and rock falls based on Mushketov I. V. work.

Землетрясения в горах часто сопровождаются сходом крупных оползней и обвалов, которые принято называть сейсмогенными. Они причиняют разрушения и ущерб, зачастую превышающие таковые непосредственно от сейсмических воздействий. Самым свежим примером может служить Вэнчуаньское землетрясение с магнитудой 7,9 в Китае 12 мая 2008 г. [1]. Оно произошло в гористой густонаселенной местности. Землетрясение сопровождалось многочисленными оползнями, обвалами и селями. Общее число погибших и пропавших без вести составило более 87 000 человек, раненых – более 374 000. Одна треть погибших (около 30 000) приходится на оползни, обвалы и сели.

Возможность образования сейсмогенных дислокаций горных пород необходимо учитывать при оценке природных рисков в горных районах. Весьма важным для понимания механизма сейсмогенного экзогенного риска является опыт Верненского землетрясения 1887 г. Очень ценный материал об оползнях и обвалах изложен в книге И. В. Мушкетова, изданной в 1890 г. [2]. В настоящее время эта книга является библиографической редкостью. Поэтому многие молодые специалисты не знакомы с очень интересными и весьма поучительными сведениями, приведенными в книге. В статье мы постарались максимально подробно, насколько позволяет ее формат, повторить описания И. В. Мушкетова. Наше авторство ограничено выбором материала, переводом текста на современную орфографию и небольшие комментарии. Сделанные на ее основе обобщения касаются в основном воздействий землетрясения на здания в г. Верном [3].

Землетрясение произошло 9 июня (29 мая по старому стилю) 1887 г. Начавшись слабыми предупредительными ударами около 4 часов 28 мая 1887 г., землетрясение разразилось сильнейшими разрушительными ударами в 4 часа. 35 минут и затем продолжалось множеством других, более слабых ударов, которые постепенно становились реже и слабее и продолжались более чем 2 года. Общее число ударов - 600.

В работе [3] приводятся характеристики Верненского землетрясения, представленные в виде, принятом в современной сейсмологии. Координаты эпицентра: широта 43,1 N; долгота 76,8 E. Магнитуда землетрясений: M = 7,3. Глубина очага 20 км. Горизонтальная протяженность очага 35 км. Максимальная сила в эпицентре более 9-10 баллов.

Сильные удары продолжались 1-2 мин, но этого было достаточно, чтобы «разрушить совершенно и сделать невозможными к обитанию все кирпичные дома в г. Верном и в некоторых окрестных селениях». Большинство деревянных домов уцелело. В них только развалились

печи и попадали трубы. Двухэтажные здания разрушились преимущественно в своих верхних частях. Вечером 28 мая появились слухи о потоках воды и грязи, надвигающихся с гор и могущих затопить город. 30 мая около 11 часов утра паника достигла ужасающих размеров, и люди стали спешно покидать город. Через два часа, не видя ужасающей воды и грязи, беглецы стали возвращаться назад.

Ужаснее всего были последствия землетрясения в горах и предгорьях. Целые скалы обрушились в ущелья и долины, заваливая аулы со всеми жителями и скотом. Грохот и гул в горах были оглушительны. Всего жертвами землетрясения стало 332 человека. Из них в горах под обвалами погибло 154 человека.

В связи с особым стратегическим положением г. Верного, а также с огромными размерами катастрофы Горным департаментом была организована специальная экспедиция под научным руководством И.В. Мушкетова - члена Геологического комитета, профессора Петербургского горного института. Ставился даже вопрос о перенесении города в более безопасное место, например в Илийск (Капшагай). Экспедиция работала в Иле Алатау все лето. По ее результатам был составлен подробный отчет, опубликованный в 1890 г. Отчет до сих пор представляет собой непревзойденным образцом представления материалов полевых исследований.

Вот что пишет о разрушениях в горах И. В. Мушкетов.

Разрушения в горах выражаются многочисленными трещинами, оползнями, обвалами и поверхностными сдвигами. Они наблюдаются как в рыхлых, так и в твердых породах. «На зеленом покрове растительности голые каменистые или глинистые площади, обнажившиеся вследствие оползней, обвалов и сдвигов, выступают чрезвычайно резко. Еще издали, верст за 50, подъезжая к Верному с севера, я был поражен множеством желтоватых пятен по склонам поперечных долин Заилийского Алатау, который, благодаря им, еще больше стал оправдывать свое название Алатау – что значит пестрый, пегий. По мере приближения к подножию хребта число и величина этих пятен возрастали и свидетельствовали об ужасной силе катастрофы».

Крупные и непрерывные разрушения начинаются с долины Бельбулака и Котурбулака и тянутся почти непрерывной полосой к западу до долины Каскелена. Длина полосы наибольших разрушений – 35 км. В поперечном направлении – 20 км. Нижняя граница проходит по подножию хребта на высоте 900-1200 м над ур.м., верхняя – на 2400-2700 м над ур.м. Наиболее крупные и почти сплошные разрушения прослеживаются до высоты 1500-1800 м. Вся площадь разрушений занимает 2000 км², но площадь сплошных разрушений – 175 км².

В долине Бельбулака отмечено 12 сплошных оползней и до 10 частных, не протягивающихся по всей высоте склона. Наибольшего развития трещины и оползни достигают на высоте около 1600 м на участке, который находится против перевала, ведущего в долину Котурбулака. На левом склоне Бельбулака при подъеме на перевал, а также на правом склоне левого притока Бельбулака, по которому проходит дорога на перевал, находятся шесть больших оползней.

Разрушения в долине Бельбулака сравнительно ничтожны с теми громадными оползнями и сдвигами, которые появляются в следующих к западу долинах: Котурбулак и Прямая Щель. Многочисленные сдвиги, желтовато-серые оползни, обрывы и обвалы делают зеленые травянистые склоны совершенно пестрыми, а громадные темно-серые оплывины с изборожденной поверхностью, точно потоки лавы, придают дикий, пустынный вид недавно цветущим долинам.

В логу Березовом и соседнем с ним к югу всего насчитано до 20 оползней, из которых более половины слились в одну оплывину, заполнившую долину на расстоянии 700 м ниже оползней. Ширина оплывины – от 50 до 100 м, толщина – до 8 м, объем – более 50 000 м³. Всего в этих двух долинах сдвинуто более 800 000 м³ породы. Но эти разрушения ничтожны сравнительно с разрушениями в следующих к югу двух ветвях Котурбулака. Отдельные оползни в них даже сосчитать трудно. Они попадают на каждом шагу, а местами, сливаясь по несколько, представляют как бы один сплошной оползень, протягивающийся по длине склона на 200-300 м. Наибольший из них находится в южном рукаве первой долины на высоте 1650 м. Высота отвесных стен в нем достигает 30 м. При соединении двух долин оплывины их также соединились и дали одну общую оплывину, протянувшуюся вниз по долине восточной ветви Котурбулака почти до ее соединения с западной ветвью, то есть на расстояние 1300 м, где ширина ее возрастает до 300 м, а толщина - до 30 м.

Таким образом, в долине восточного Котурбулака образовалась громадная сплошная оплывина длиной 1300 м, шириной 300 м и толщиной 30 м. Кверху она разделяется на два рукава, из которых каждый имеет длину 2000 м, более 100 м ширины и более 10 м толщины. Эти два рукава разделяются еще на множество мелких рукавов, которые все вместе составляют оплывину длиной 1000 м и такой же ширины и толщины, как в главных рукавах, так что сплошные оплывины тянутся в долине восточного Котурбулака на расстоянии более 3000 м. Масса породы, заключающейся в них – 17 млн. м³.

В долине западного Котурбулака число крупных оползней гораздо больше, а потому и оплывины, образованные ими, тоже значительно массивнее. Интересно, что в верховьях Западного Котурбулака на высоте 2100 м находятся только небольшие оползни, а крупные оползни начинаются на 200 м выше соединения с Восточным Котурбулаком, где они достигают громадных размеров с обрывами до 40 м высотой. Ниже этого соединения метров на 1500 снова распространены небольшие оползни. Они еще больше увеличили громадную оплывину, протянувшуюся на 3700 м по главной долине Котурбулака, ниже соединения восточного и западного рукавов. Общая длина этой оплывины составляет 4400 м при ширине более 300 м, толщине до 40 м и объеме 5,4 млн. м³. Если к этому прибавить еще около 2 млн. м³, сдвинутых во всех оползнях в верховьях западного Котурбулака, то общая масса получается в 56 млн. м³, передвинутых в долинах западного и главного Котурбулака. Следовательно, во всей системе Котурбулака сброшено и передвинуто около 74 млн. м³ наносов.

Еще более грандиозную картину представляют оползни и оплывины в соседней долине – Прямой Щели. Оползни и оплывины начинаются в ней южнее и выше чем в Котурбулаке, на высоте более 1800 м, и тянутся почти непрерывно на 10 км. Главная оплывина занимает почти всю долину Прямой Щели со всеми ее верхними рукавами. Она только 2 км не доходит до подножия Заилийского Алатау, тогда как главная Котурбулакская оплывина не дошла более 5 км до подошвы гор. Отдельные мелкие оползни в Прямой Щели тянутся до выхода из гор. Громадная оплывина Прямой Щели в нижней части своего протяжения представляет один непрерывный поток серой грязи, смешанной с валунами и стволами деревьев, но на высоте 1500 м, где главная долина разделяется на две ветви, она также разделяется на два потока, каждый из которых в свою очередь разделяется еще на несколько второстепенных.

Оплывина восточной ветви имеет длину 2700 м, ширину 150 м, толщину 45 м, объем 18 млн. м³, а со всеми мелкими оплывинами и оползнями – 20 млн. м³. Оплывина западной ветви имеет примерно такие же размеры, т. е. около 20 млн. м³, но она имеет еще левый боковой приток в 1000 м длины, 100 м ширины и 20 м толщины, 22 млн. м³ объем. Длина главной оплывины от соединения восточной и западной ветвей до нижнего конца – около 7 км, ширина – от 100 до 500 м, толщина – от 30 до 60 м, местами даже 70 м, объем – 84 млн. м³, а вместе с вышеупомянутыми рукавами – 126 млн. м³, не считая мелких оползней, залегающих ниже конца оплывины.

К западу от Прямой Щели, приблизительно на тех же высотах, находятся оползни и оплывины в вершине Широкого лога и Опучкиной Щели, но они далеко уступают по величине предыдущим и развиты сравнительно мало. В Широком логе оплывина – около 2 км длиной, 80 м шириной и 10 м толщиной, а в Опучкиной Щели находятся только оползни без сплошных оплывин. Общий объем оползней в обеих долинах – 1,5 млн. м³.

Очевидцы свидетельствуют, что все оползни и обрывы произошли одновременно, как бы от одного удара. При этом землю «взрывало и большими кусками подбрасывало кверху», а из некоторых трещин «вылетала жидкая грязь». Оплывины сразу потекли из всех логов. Вначале они текли стремительно, но затем очень медленно, так что самые крупные из них в сутки проходили не более 300 м. Движение некоторых оплывин продолжалось несколько дней.

Очевидно, что оплывины имели разную консистенцию, что видно при сравнении характера их поверхности. Чем оплывина была жиже, тем при высыхании и затвердении получалась более ровная поверхность, без больших наплывных валиков или рубцов и без зияющих трещин, которые изборозждают поверхность более густых оплывин. Высыхание и затвердение оплывин происходило весьма медленно. Еще в конце июня, то есть через месяц после их образования, многие были непроходимы, только к концу июля они сделались проездными, но еще были мягкими, и даже в конце августа копыто лошади оставляло на тропинках ясный след.

Оплывины при своем надвигании со склонов в долину местами запрудили русла потоков и образовали временные озера. Последние, прорываясь, способствовали разжижению оплывин и увеличению скорости их движения. Прорыв этих озер, происходивший через 1-3 дня, совершался местами бурно. Потоки жидкой грязи стремительно прорывались вниз и давали повод к слухам о наводнении, что так напугало верненцев 29 мая и вызвало панику и беспорядки 30 мая.

Оплывины, покрывая дно долин во всю ширину, перекрывали русла рек, которые превращались временно в подземные потоки. Рыхлый песчано-глинистый материал оплывин постепенно обрушался, раскрывая новые русла. Реки, протекавшие до того спокойно среди травянистых, совершенно плоских берегов, стали представлять бурные потоки мутной воды с отвесными берегами из застывшей грязи. Высота их, равная мощности оплывин, достигает местами 60 м и более. На участках долин между оплывинами образовались котловины, которые легко принять за ложа бывших озер.

Описанные оползни ясно указывают на сильный вертикальный удар снизу, который, подбросив вверх более слабые части склонов, образовал в них чашеобразные углубления, заполненные массой рыхлых пород. Последние, смешавшись с нижними водоносными слоями, получили кашеобразное состояние и стали выливаться вниз по склону в виде потока, замаскировав нижние края чаши. Но очевидно воды было далеко недостаточно, чтобы совершенно разжижить эту грязь. Резкие границы потоков и дельты доказывают, что вылившаяся грязь была весьма густая. На поверхности потоков сохранились ясные валики от наплывов и даже трещины, так что поверхность их напоминает свежее вспаханное поле.

Представление о характере отложений оплывшего материала можно было получить при изучении оползней, сошедших в Иле Алатау весной 2004 г. Они сошли после продолжительных дождей. Поверхность отложений этих оползней была очень бугристой и прорезана узкими руслами водных потоков с отвесными берегами (рис. 1).

Рассматривая характер поверхности оплывин, нельзя не заметить большой аналогии с ледниками. Как на ледниках, так и в оплывинах, трещины образуются под влиянием растягивания и располагаются линиями наибольшего растяжения, рубцы же производятся давлением и располагаются перпендикулярно линиям наибольшего давления.

В долине Малой Алматинки разрушения проявились не так массивно, как в вышеописанных долинах. На высоте 1500 м у Крестовой горы оползни достигают наибольших размеров, и все склоны изрезаны многочисленными трещинами. Всего в долине Малой Алматинки объем передвинутых пород - 12 млн. м³.



Рис. 1. Поверхность оползня в Иле Алатау в 2004 г.
Примерно также выглядели оплывины после землетрясения 1887 г.

Оползни во многих местах запрудили Малую Алматинку, которой питается г. Верный, вследствие чего до полудня 28 мая воды в ней не было и все арыки в городе высохли. В полдень 28 мая вода прорвалась и хлынула в виде грязного потока. Только к утру 29 мая восстановилось ее нормальное течение, хотя вода долго еще оставалась мутной. Эта остановка воды и последующий прорыв грязной реки были первой причиной слухов о наводнении и потоплении города.

В логах между Малой и Большой Алматинками находится множество оползней и три оплывины, длиной около 2 км каждая. Объем всех смещений в Малой Алматинке составляет 6 млн. м³.

Разрушения в долине Большой Алматинки начинаются небольшими оползнями и трещинами уже на высоте 850 м на склонах. Все полевые постройки и глиняные сакли, расположенные в предгорьях к югу и юго-западу от Верного, совершенно разрушены. Небольшие оползни и трещины попадают до моста через Большую Алматинку (1100 м), разрушенного землетрясением.

Почти против устья Тересбутака на левой стороне Большой Алматинки в верхней части склона в области хвойного леса на высоте 1800 м находится множество оползней, но среди них выделяется один, почти белого цвета, громадной высоты (400 м). Он находится в самой вершине бокового ущелья Кокчека. Из долины Большой Алматинки видна только его верхняя часть, нижняя же закрыта горами. Этот оползень, так резко выдающийся из всех других своим белым цветом, представляет громадный обвал гранитного склона. В нижней части долины глинисто-песчаные оползни образовали оплывину и замаскировали гранитный завал. Длина обвала - 4 км, ширина - 200 м, толщина - 30 м, объем - 24 млн. м³.

Выше Тересбутака на обоих склонах Большой Алматинки есть еще несколько оползней и оплывин. Поражает своей величиной громадная оплывина с валунами, вышедшая из левого притока - Проходной Щели. Из этого ущелья с необыкновенной быстротой изверглась громадная оплывина, завалившая дом лесника со всем его семейством, а также несколько юрт с 39 чабанами и много скота. Оплывина эта в долине Большой Алматинки имеет толщину 60 м. Она совершенно завалила ущелье во всю ширину до 300 м и по длине 3 км.

Даже в августе она еще была непроходима из-за больших неровностей и громадных трещин, которые избороздили ее вдоль и поперек. Она состояла из бурой грязи и множества громадных валунов гранита и стволов хвойных деревьев. Ее объем - 54 млн. м³.

Выше Проходной на склонах Большой Алматинки много довольно значительных осыпей. Они состоят из обломков гранита с примесью растительного слоя и с многочисленными стволами деревьев.

К западу от Большой Алматинки трещины, оползни и оплывины весьма многочисленны и нет ни одного склона, свободного от них. Но особенно много их по долинам: Карагайлы, Ойжайляу, Джаманбулак, Тастыбулак и Аксай, где, кроме громадных оплывин, находятся не менее громадные гранитные обвалы.

Между Большой Алматинкой и Джаманбулаком оплывины хотя многочисленны, но не доходят до подошвы гор. Их объем - 6 млн. м³. Вследствие быстрого образования их, многие жившие в долинах люди погибли. В Карагайлинском ущелье лесничий во время землетрясения схватил двух детей и выбежал с ними. В это время разрушился его дом и завалил оставшихся там детей. Мать его, хотя успела выскочить из дома, но тотчас была завалена оплывиной более чем до половины. Все старания освободить старуху были напрасны, так как каждое усилие вызывало новые обвалы в рыхлом оползне. Лесничий остановил движение грязи деревянными подпорками и побежал за помощью. Прискакавшие казаки не решились откапывать старуху, так как оплывина могла завалить и их самих. Таким образом, старуха оставалась полужаваленной в течение более суток. Наконец один смельчак не мог вынести вида ее мучений и решился спасти ее или погибнуть вместе с нею. Он сумел благополучно освободить ее, хотя сильно помятую, но живую и даже с целыми костями.

На Джаманбулаке находится оплывина, заполнившая не только всю долину, но и вышедшая в виде довольно мощного потока за пределы гор. Поток этой густой грязи двигался очень медленно, и уже вышедши из гор, продолжал ползти четыре дня. Он широко разлился по обе стороны русла, заполнил равнину, отделяющую Джаманбулак от соседней р. Карагайлы, и разлился на широкой площади между Джаманбулаком и Ойджайляу. Река Джаманбулак только через несколько дней восстановила свое течение и проложила себе новое русло. Длина этой огромной оплывины в пределах гор - 4 км, и на равнине - почти 2,5 км, объем - 30 млн. м³. Характер трещин и неровностей говорит о том, что вытекавшая масса обладала значительной густотой и, вместе с тем, хрупкостью.

Следующая к западу оплывина в ущелье Тастыбулак гораздо меньше. Длина ее вне ущелья - 1500 м, а в ущелье - 3000 м. Наибольшая ширина ее в конце - 250 м, средняя - 70 м, толщина - 20 м, объем - 6,5 млн. м³.

Если к ней добавить мелкие оплывины в логах между Джаман и Тасты-булаками, то получится 7 млн. м³.

В долине Аксая следы разрушения также многочисленны и наиболее развиты на высоте 1650 м. Трещины и мелкие оползни начинаются на высоте 1000 м, но с высотой местности они быстро увеличиваются. Высокие травянистые склоны до такой степени изборозжены трещинами, что по ним не только проехать, но даже пройти можно с трудом. Трещины распространены даже на плоских вершинах и гребнях увалов, простираясь согласно простиранию склонов.

Первые оползни появляются на левом склоне Аксая уже в 1 км от начала ущелья, но более крупный оползень находится на правом склоне в 2 км, образовавший первую оплывину до 20 м толщиной и площадью 10 000 м², объемом 200 000 м³. Менее чем через 0,5 км выше начинается сплошная оплывина, заполняющая долину Аксая во всю ширину. Она состоит из песчано-глинистого неслоистого материала с валунами, стволами деревьев и множеством наземных раковин на поверхности. Она отличается значительной неровностью, отдельные холмы или бугры возвышаются над ее поверхностью на 20-30 м. Мощность самого грязевого потока - 40-50 м, в конце - 20 м. В местах появления холмов мощность возрастает до 70-80 м. Появление таких неровностей объясняется столкновением различных потоков, выходящих из логов правого склона Аксая. Из них наибольшую массу извергнул лог Джитымсай, немного ниже уцелевшей пасеки, за которой соседние два лога также дали мощную оплывину. Между этими двумя оплывинами небольшой клочок долины с густым кустарником и пасекой остался непокрытым и дает представление о прежнем характере долины, ныне опустошенной завалами. В долине потоки сталкивались, подпирали и вспучивали друг друга. Эти столкновения грязевых потоков, образовавших одну оплывину с бугристой поверхностью доказывают, что они низверглись одновременно и, что они обладали достаточной густотой.

Принимая среднюю мощность всей Аксайской оплывины в 50 м, среднюю ширину - 200 м, а длину от нижнего конца до границы с гранитным потоком - 2500 м, получим объем 25 млн.м³.

Через 0,5 км по правой стороне Аксая на высоте 1400 м грязевые потоки-оплывины оканчиваются и заменяются каменным гранитным обвалом, резко отличающимся от темноцветных оплывин своим белым цветом. Обвал начался в вершине Акжара и занимает долину Аксая во всю ширину и по длине 500 м.

Дно Акжарского лога занято громадными валунами гранита, диорита и глинисто-слюдистого сланца, накопления которых подняли дно местами на 80-100 м. От бывшего леса и озера не осталось никаких признаков. Вместо цветущей, красивой горной долины получилась каменистая дикая пустыня, имеющая поразительное сходство с современными моренами. Громадные накопления гранитных глыб произошли вследствие ужасных обвалов в вершинах обеих ветвей Акжара. Площади питания обвала северной ветви - 180 000 м², южной - 170 000 м² (рис. 2). Толщина гранитного завала в Акжаре в середине длины лога гораздо больше 100 м.

Плоскость обвала даже в августе не пришла еще в равновесие и продолжала осыпаться. Полет таких громадных камней по весьма крутому логу был страшной силы и быстроты. Об этом можно судить по тому, что каменная осыпь, низвергаясь, прошла не только поперек долины Аксая шириной 300 м, но отчасти спустилась вниз по ней, стеснив оплывину, и вылетела на противоположный склон Аксая крутизной 30 градусов на высоту 40 м. Отдельные камни вылетали на 70-80 м над дном долины. Каменная осыпь ударилась с такой силой в левый склон Аксая, что оставила на нем следы напора в виде трещин, борозд и втиснутых в рыхлый нанос обломков гранита.

Всего в долине Аксая погибло до 60 человек. Гибель всех несчастных произошла так быстро, что даже бодрствовавшие люди не имели времени спастись. Чабаны с высоты правого берега видели, как выбегали люди из домов и в следующий момент исчезали вместе с домами. Один русский взвалил на спину свою жену и с двумя детьми на руках бежал по склону вверх более полукилометра, изнемогая и падая на пути. Наконец, он окончательно свалился, обессилив, и в это время оплывина погребла его со всей семьей.



Рис. 2. Так выглядит Акжарский обвал через 125 лет после землетрясения 1887 г. Тело обвала покрыто молодым лиственным лесом и выделяется более светлым фоном растительности.

Оплывины и каменные обвалы имеют сходства и различия. Те и другие представляют собой потоки. Но каменные обвалы быстрые и кратковременные, а оплывины после быстрого движения продолжают медленное движение. Оплывины подобны ледникам, а обвалы – моренам.

Далее И. В. Мушкетов пишет. «Когда Акжарская осыпь зарастет, валуны выветрятся, склоны сгладятся и порастут травой или лесом, едва ли найдется наблюдатель, который не примет ее за морену. И таких псевдоморен на Тянь-Шане много, которые приводятся путешественниками в доказательство древнего ледникового периода. Все это наглядно и убедительно доказывает, что природа самыми разнообразными путями может достигать одинаковых результатов, и что геологу очень легко можно впасть в ошибку при истолковании совершенно правильно и точно наблюдаемых фактов».

Это очень правильное замечание. Однако сам И. В. Мушкетов не избежал ошибки, от которой он предостерегал последующих исследователей. Так, он принял за древние морены плотины озер

Большое Алматинское и Есик, которые на самом деле являются обвалами и имеют то же происхождение, что и Акжарский обвал.

Акжарскими обвалами не закончились следы разрушения в долине Аксая, хотя выше они заметно уменьшаются. Выше каменной осыпи снова появляются оплывины по левому склону в 0,5 км от осыпи. Самая большая оплывина находится в ущелье Калмакдынсай. Длина ее – 1500 м, ширина – 50 м, толщина – 20 м, объем – 1,5 млн. м³. Все оплывины выше Акжара имеют суммарный объем 6 млн. м³.

Громадные оползни, обвалы, оплывины и осыпи, загромоздившие долину Аксая, при своем падении во многих местах запрудили ее, образовав временные озера, например, выше Акжара, а также выше лога Джетымсай, вследствие чего до 11 часов вечера 28 мая в Аксае не было воды. Только ночью Аксай прорвал плотины и вынес с громадной быстротой скопившуюся массу воды с грязью, которая образовала своего рода оплывину, очень жидкую, Она прошла до Ташкентской почтовой дороги, 15 верст вне гор, где широко разлилась и заполнила все канавы и лога, снесла мосты и испортила дорогу на протяжении 8 км настолько, что сообщение между Верным и Каскеленом прекратилось. Интересно, что в этой и без того болотистой местности во время землетрясения образовалось множество трещин преимущественно параллельно дороге и горам. По рассказу одного казака, 28 мая во время колебаний трещины на его глазах раздвигались и сдвигались и при этом выдавливали из себя воду фонтанами до 4 м высоты. В других трещинах вода клокотала, как при кипении. В одном месте у дороги «земля, изборожденная трещинами, опустилась на несколько футов».

Прорыв грязной воды 29 мая в Аксае, как и в других долинах, испугал кочевников, которые бросились в Верный с криком «вода идет», вызвавшим панику, повторившись 30 мая, когда показались из гор медленно сползавшие оплывины Джаманбулака, Тастыбулака и Аксая.

В долине Каскелена разрушения значительно уменьшаются и по интенсивности могут быть сопоставимы с разрушениями в Бельбулаке. Всего по долине Каскелена объем оплывин – 2 млн.м³.

Все мелкие разрушения между Каскеленом и Узунагачем составляют не более 1 млн.м³ и столько же на восточном конце между Бельбулаком и Иссыком. Общий объем смещенных пород на северном склоне Заилийского Алатау составляет 440 млн. м³, что составляет около 1/40 часть горы Монблан.

Вслед за Верненским землетрясением 1887 г. в Иле Алатау последовало еще несколько сильных землетрясений. 12 июля (1 июля) 1889 года произошло Чиликское землетрясение магнитудой 8,3. Интенсивность землетрясения в эпицентре (43,2 N, 78,7 E) была 10 баллов [3].

4 января (23 декабря) 1911 г. произошло Кеминское землетрясение, имевшее магнитуду 8,2. Интенсивность землетрясений в эпицентре (42,9 N, 76,9 E) достигала 11 баллов [3]. Оно вызвало сильные разрушения в г. Верном и сопровождалось крупными обвалами в Иле и Кунгей Алатау.

Таким образом, за 24 года в этом районе одно за другим произошло три землетрясения интенсивностью 10 баллов.

ЛИТЕРАТУРА

1. http://en.wikipedia.org/wiki/2008_Sichuan_earthquake
2. Мушкетов И. В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 г. // Труды Геологического комитета. Том X, № 1. 1890. 154 с.
3. Нурмагамбетов А. Сейсмическая история Алматы. Алматы, 1999.

СЕЙСМОГЕННЫЕ ОБВАЛЫ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

В. П. БЛАГОВЕЩЕНСКИЙ¹, А. Р. МЕДЕУ², С. У. РАНОВА³

¹Рук. лаборатории природных опасностей, д.г.н.(Институт географии)

²директор, проф., д.г.н. (Институт географии)

³СНС, к.г.н. (Институт географии)

Иле және Жетісу Алатауындағы күшті жер сілкінісінің қозуына көбінесе ірі көлемдегі тау опырымдарының таралуы туралы мәліметтер тура келеді.

Приводятся данные о распространении и размерах наиболее крупных горных обвалах, вызванных сильными землетрясениями в Иле и Жетысу Алатау.

Data about distribution and the sizes of the largest rock falls caused by strong earthquakes in Ile and Zhetysu Ala Tau are provided.

Сильные землетрясения в горных районах обычно вызывают крупные обвалы и оползни, которые могут причинить ущерб больший, чем само землетрясение. Яркими примерами таких катастроф являются Верненское землетрясение 1887 г. в Заилийском (Иле) Алатау и Сычуаньское землетрясение 2008 г. на юго-востоке Китая, в отрогах Гималаев. При Верненском землетрясении погибло 329 человек. Из них 154 человека погибло в горах под оползнями и обвалами [1]. При Сычуаньском землетрясении число жертв приблизилось к 70 тыс. человек [2].

Смещения горных пород, вызванные сейсмическими воздействиями, называются сейсмодислокациями. Сейсмодислокации, происшедшие в доисторическое время, называются палеосейсмодислокациями. Изучение палеосейсмодислокаций дает очень ценный материал для оценки сейсмической активности региона и интегрального природного риска. Сейсмодислокации и палеосейсмодислокации путем наземных исследований, аэровизуальных наблюдений, дешифрирования аэро- и космических снимков. Идентификация сейсмодислокаций затрудняется тем, что отложения древних обвалов и оползней иногда принимают за морены, за оползни принимают каменные глетчеры.

Многие исследователи отмечают, что крупные обвалы возможны лишь при интенсивных землетрясениях [3]. Наиболее крупные деформации склонов обычно связаны с зонами тектонических разломов. Другими факторами, влияющими на образование сейсмогенных обвалов, являются глубина расчленения рельефа и крутизна склона. Наиболее часто сейсмодислокации происходят при глубине расчленения рельефа более 500 м и крутизне склона более 30°.

Образованию обвалов в скальных породах способствует наличие катаклазированных зон. В процесс обрушения вовлекаются монолитные блоки пород суммарным объемом до нескольких десятков или сотен тыс. м³. Обваливающиеся массы скапливаются у подножия склонов или заваливают днище долины. В механическом составе продуктов обрушения преобладают грубые и крупные обломки со средними размерами 0,8–1,2 м в поперечнике, при максимальных до 4 м [4].

Для обвалов высокогорной зоны характерны крутые, интенсивно расчлененные склоны, высотой 400-1000 м. Тело завала обычно имеет ступенчатое строение. Характерной чертой крупных завалов является выброс передового вала на противоположный борт долины с образованием понижения по оси долины (рис. 1).

При Верненском землетрясении 1887 г. общий объем сейсмодислокаций на северном склоне Иле Алатау составил 440 млн. м³ [1]. Объем наиболее крупных обвалов достигал 54 млн. м³. В низкогорной зоне Иле Алатау смещения происходили в лёссовых породах. При этом формировались «оплывины» из разжиженного грунта. Сначала происходило быстрое смещение, которое затем трансформировалось в медленное течение, продолжавшееся несколько дней. В среднегорной зоне происходили обвалы кристаллических пород. Они характеризовались быстрым и кратковременным движением.



Рис. 1. Тело сейсмогенного обвала, создавшего плотину Большого Алматинского озера

В долине р. Асай оползни и обвалы перекрыли течение реки и привели к образованию озер. При прорыве этих озер сформировались сели, отложения которых распространились на 15 км по предгорной равнине.

Кроме сейсмодислокаций 1887 г. в Иле Алатау широко распространены палеосейсмодислокации, размеры которых значительно превосходят сейсмодислокации 1887 г. Так, обвал в долине Большой Алматинки, образовавший плотину Большого Алматинского озера, имеет объем более 200 млн. м³. Подобные ему крупные обвалы находятся в долинах Есика и Тургени. Всего в Иле Алатау насчитывается более 20 палеосейсмодислокаций объемом более 10 млн. м³.

Сейсмодислокации и завальные озера имеются в хребтах Кунгей Алатау (долины рек Шилик, Чон Урюкты, Каинды, Кольсай), Терской Алатау (долины рек Баянкол, Улькен Кокпак), Жетысу Алатау (долины рек Хоргос, Коксу, Аксу, Баскан, Аганакты, Тентек и др.). На казахстанской территории этих хребтов выявлено более 50 крупных сейсмодислокаций: 15 в Кунгей Алатау, 5 в Терской Алатау и более 30 в Жетысу Алатау.

В бассейнах Киши и Улькен Алматы (Иле Алатау) в результате землетрясений 1887 и 1911 гг. обвалы скальных пород (розовато-серые биотит-роговообманковые граниты) произошли преимущественно в долинах широтного или близкого к нему простирания.

Акжарский обвал в долине р. Аксай имеет объем около 60 млн. м³. Обвальная часть представляет две крупные эрозионные воронки, несколько смещенные относительно друг друга. Они разделены узким гребневидным водоразделом, резко снижающимся в северо-западном направлении. Бровка стенки отрыва - обрывистая. Продольный профиль ступенчатый. Уклон обрыва возрастает от 35-45° в нижней части до 70-80° в верхней. Стенка отрыва сложена крупнозернистыми биотитовыми гранитами серого цвета с редкими дайками мелкоземистых серых диоритов. Породы сильно трещиноватые и местами выветрелые до состояния мелкого щебня, дресвы и глинистых частиц. В них выработаны многочисленные эрозионные лотки и борозды. Глубина врезов – 5–8 м, ширина – от 10 до 30 м. По бортам воронок, сложенных сильно трещиноватыми гранитами, выветривание проникает на значительную глубину.



Рис. 2. Сейсмогенный обвал и подпруженное им озеро Есик в Иле Алатау

Отдельные обломки легко разрушаются даже при надавливании на них руками. По трещинам выветривания образуются элементарные плоскости скольжения между отдельными обломками, приводящие к образованию легко размываемого элювиального чехла. По более глубоким трещинам процессы химического выветривания формируют гравитационно-напряженные участки склонов, в которых возникают обрушения, осыпания и оползни. Поэтому Акжарский обвал является постоянным источником формирования селей ливневого генезиса.

В верховьях реки Бельбулак (Иле Алатау) имеется обвал Кызылжар объемом около 100 тыс. м³. Обвал произошел в сильно трещиноватых красновато-розовых гранитах. Стенка отрыва имеет крутизну 70-80°. Ниша отрыва имеет чашеобразную форму, шириной 100 м, глубиной 80-90 м. Состав обрушившихся масс: обломки от 0,2 до 5-10 м — примерно 40 %, щебень — 30 %, дресва — 25 %, супесчаный материал - 5 %.

В бассейне р. Есик (Иле Алатау) есть два крупных обвала, образовавших мощные естественные подпруды одноименного озера в среднегорной зоне на высоте 1760 м над ур.м. (рис. 2) и оз. Акколь в высокогорной зоне на высоте 3080 м над ур.м.

Плотина озера Есик образована обвальной массой объемом 20-25 млн. м³. Она имеет холмистую поверхность, расчлененную врезами. Поверхность обвала задернована и местами покрыта лесом. Каменные глыбы, слагающие тело завала, неокатаны, размером 0,7-1,2 м в поперечнике, встречаются отдельные глыбы до 3-7 м в поперечнике. Породы, слагающие плотину, сильно раздроблены. Плотина была прорвана в западной части, по контакту с коренными породами, во время Жарсайского селя 1963 г.

С востока над плотинной оз. Есик наблюдается обвальный цирк. Крутизна склона — 35-40°. Его вогнутая центральная часть сложена рыхлыми отложениями, с поверхности закрытыми глинисто-дресвяным шлейфом. Шлейф задернован и местами покрыт лесом. Крутизна его в нижней части — 25-30°.

Озеро Акколь подпружено крупноглыбовой обвальной плотиной, протянувшейся вниз по долине на 600 м. В зоне обрушения пород на склоне наблюдается крутая обнаженная обвальная стена. Ниша отрыва заложена в зоне разломов и определяющих их трещин. Обвальные накопления представляют собой беспорядочные нагромождения угловатых обломков различного размера (отдельные глыбы до 15—20 м в поперечнике) с неравномерно заполняющим пустоты мелкоземом.

Крупные завальные озера в случае прорыва могут служить причиной возникновения катастрофических селей. Во-первых, прорыв их может быть осуществлен интенсивным наполнением озера се-

левой массой. Во-вторых, при землетрясениях высокой интенсивности возможны деформации самих плотин либо сброс в озерную чашу больших объемов пород со склонов.

На рассматриваемой территории показательными в этом плане являются Большое Алматинское озеро и озеро Есик в Иле Алатау и Жасылкольские озера в Жетысу Алатау. Жасылкольские озера расположены каскадом в долине р. Аганакты. Водная масса нижнего озера - 35 млн. м³, верхнего - 44 млн. м³, объем завалов - 100-120 для нижнего и 120-140 млн. м³ для верхнего озера. Механический состав массы обвалов неоднороден. В нижнем завале, приуроченном к породам интрузивного комплекса, максимальный размер глыб достигает 12 м в поперечнике. В целом здесь преобладают обломки до 2-5 м, составляющие более 25-30 % от общего объема тела завала. В завальной массе верхнего озера, которая связана с породами осадочной формации (сланцами), грубые обломки (свыше 2 м в поперечнике) составляют 20-25 %, остальная часть (75-80 %) приходится на глинисто-щебнистый заполнитель и каменно-глыбовый материал [4].

Состояние завальных плотин Жасылкольских озер вызывает опасения. Есть вероятность их прорыва в результате резкого повышения уровня воды (порядка 3—5 м), особенно в сочетании с волновыми ударами при сейсмических воздействиях.

Наиболее катастрофическим селом в Иле Алатау является сель, образовавшийся в результате прорыва завального озера в долине Большой Алматинки, образовавшегося на месте нынешнего Большого Алматинского озера при землетрясении около 15 тыс. лет назад [5]. Объем завала был 200-300 млн. м³. Объем озера - 100-150 млн. м³. Объем селя оценен в 200-300 млн. м³. Он существенно изменил рельеф долины Большой Алматинки и конусов выноса на предгорной равнине.

Из современных катастроф, связанных с прорывом завальных озер характерным является Есикский сель 1963 г. в Иле Алатау [4, 6]. Катастрофа развивалась в два этапа. На первом этапе образовался гляциальный сель при прорыве приледникового озера в долине Жарсай. Этот сель с расходом 7000 – 12 000 м³/с вошел в озеро Есик, вынеся в него 5,8 млн. т грунта. Возникшие при этом волны в озере вызвали разрушение его перемычки. Более 18 млн. м³ воды, обогащаясь твердым материалом, с расходом более 1000 м³/с устремились по реке Есик и прошли через город Есик. В этой катастрофе погибло много людей.

В 1983 г. в результате катастрофического опорожнения завального озера, расположенного в бассейне р. Кайынды, прошел сель, который нанес значительный ущерб хозяйственным объектам [7]. В 1984 г. прошел сель в бассейне р. Кольсай, причиной которого явился прорыв завального озера Кольсай [8].

Самым ярким примером, иллюстрирующим возможность образования катастрофического паводка при обвале в водоеме, является Вайонтская катастрофа в Италии в 1963 г. Тогда в водохранилище, созданное в 1959 г. плотиной высотой 262 м, обрушился оползень объемом 260 млн. м³. Его скорость превышала 100 км/ч. 50 млн. м³ воды были выплеснуты из водохранилища и смыли несколько деревень ниже по течению. Погибло более 2000 человек [9].

Вероятность крупных обрушений горных масс в завальные озера, расположенные в глубоких долинах с крутыми склонами, при сильных землетрясениях очень высока и должна приниматься во внимание наряду с возможностью переполнения озер при сходе селей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мушкетов И. В.* Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1987 г. // Труды Геолкома. СПб., 1890. Т. X, № 1. 140 с.
2. http://en.wikipedia.org/wiki/2008_Sichuan_earthquake
3. *Колотилин Н. Ф.* Деформация горных и береговых склонов в условиях сейсмических и селевых районов Юго-Восточного Казахстана. Алма-Ата: Изд. АН КазССР, 1961. 155 с.
4. *Медеуов А. Р., Нурланов М. Т.* Селевые явления сейсмоактивных территорий Казахстана: Проблемы управления. Алматы, 1996. 204 с.
5. *Степанов Б. С., Хайдаров А. Х., Яфязова Р. К.* Свершившиеся и потенциальные постсейсмические катастрофы на Северном Тянь-Шане / проблемы предотвращения последствий разрушительных землетрясений. – Доклады второго Казахстанско-Японского семинара. – 23-25 сентября 2002 г., г. Алматы. – Алматы, 2003. С. 88-94.
6. *Яфязова Р. К.* Природа селей Заилийского Алатау, проблемы адаптации. Алматы, 2007. 158 с.
7. *Мочалов В.П., Виноходов В.Н.* Прорывные паводки в бассейне р. Кайнды // Селевые потоки. 1985. № 9. С. 124-132.
8. *Мочалов В.П., Шевырталов Е.П.* Прорывной паводок в бассейне р. Кольсай 2 июня 1984 г. // Селевые потоки. 1988. № 10. С. 150-155.
9. *Уолтхэм Т.* Катастрофы: неистовая Земля. Пер с англ. Л.: «Недра», 1982. 223 с.

АНАЛИЗ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ, СВЯЗАННЫХ С ЛАВИНАМИ

В.В. ЖДАНОВ

СНС лаборатории природных опасностей, к.т.н. (Институт географии)

Соңғы жылдары Қазақстанда қар көшкіндермен байланысты бақытсыз оқиғалар танданған. Казгидромет қызметінің қар көшкіні мұрағатынан материалдың статистикалық өңдеуі жасалынды. Ортаң сипаттармен дұлаттар топтыра бөлінді ізденіс кінәлілерді табу мақсатын қаймайды, тен қана дерентер кеітіреді.

В последние годы в Казахстане выросло число несчастных случаев, связанных с лавинами. Проведена статистическая обработка материала из архива снеголавинной службы Казгидромета. Трагедии разделены на группы, имеющие общие черты. Задача поиска виновных не ставится, приводятся только факты.

The accidents connected with avalanches, occurred in the last years in Kazakhstan are analyzed. Statistical processing of materials from the archive of snow-avalanche service of Kazhydromet is done. Tragedies are divided into the groups by the common features. The problem of search of culpable is not considered. Only the facts are provided.

За последнее время в горных районах Казахстана произошло множество трагедий, связанных с лавинами. О них много говорилось в средствах массовой информации. Сбор статистической информации о несчастных случаях очень важен для анализа причин и последствий [1]. Это, в свою очередь, поможет при разработке методов защиты от лавин и позволит избежать трагедий в будущем.

Всего за 2003-2012 гг. зарегистрировано 29 случаев схода лавин, повлекших жертвы и ущерб [2]. Погибли 19 человек. В среднем за год происходит 3 несчастных случая, гибнет 2 человека. Повторяемость несчастных случаев приведена на рис.1. Наибольшее количество несчастных случаев зарегистрировано в 2005, 2006 и 2009 гг. В начале 2012 г. уже произошло 2 несчастных случая.

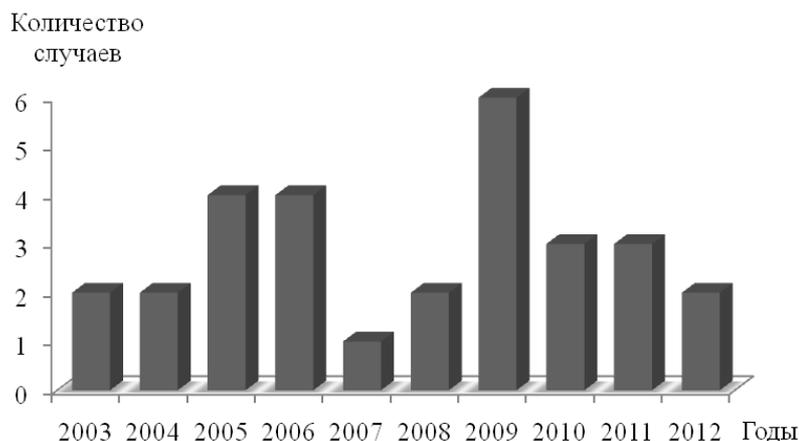


Рис.1. Повторяемость несчастных случаев за период 2003-2012 гг.

Распределение количества несчастных случаев по месяцам приведено на рис. 2. Наибольшее количество катастроф приходится на период январь-апрель, с максимумом в марте. Это связано с тем, что в это время наблюдаются максимальная высота снега в горах. Кроме того, в марте начинается таяние снега и резко уменьшается его устойчивость на склонах.

Статистика показывает, что отмечено только 3 несчастных случая (10 %), когда лавины сходили по естественным природным причинам. В остальных случаях (90 %) лавины спровоцированы людьми, либо отдыхающими, либо людьми, работающими в горах.

Более детальное распределение спровоцированных лавин приведено на рис. 3. Из рисунка видно, что наибольшее количество несчастных случаев произошло с фрирайдерами (сноубордистами и лыжниками): 10 случаев – 39 %.

Большинство несчастных случаев произошло в Илейском Алатау в окрестностях города Алматы: 23 случая – 79 % (рис. 4). Это связано с тем, что эти места наиболее часто посещаются туристами.

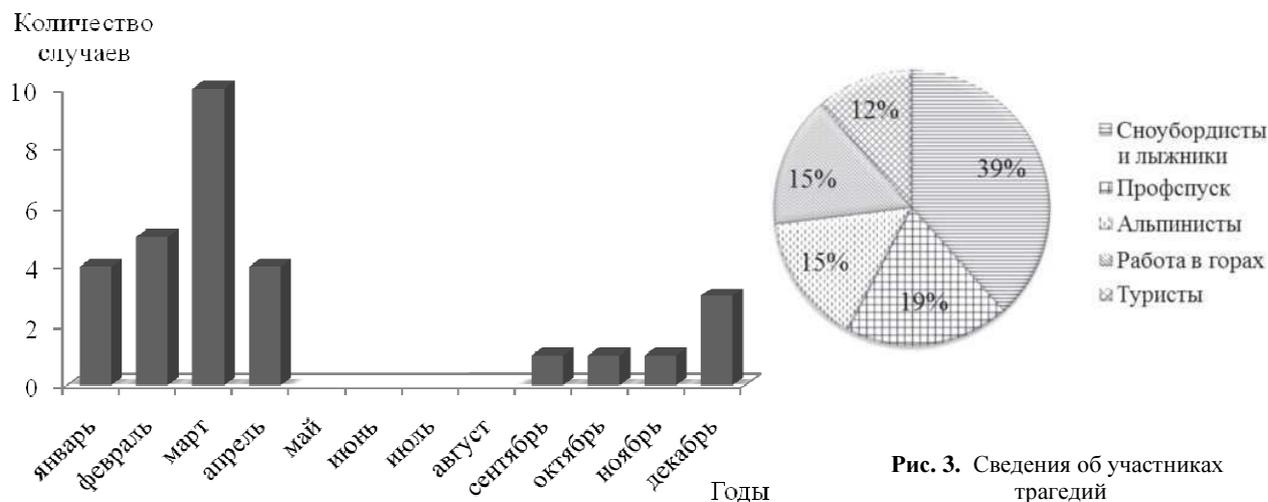


Рис.2. Повторяемость несчастных случаев по месяцам.

Наибольшее количество трагедий произошло в окрестностях г. Алматы на территории Илеалатауского национального парка и на горнолыжных курортах Шымбулак, Ак-Булак, турбаза Алма-Тау (рис. 5).

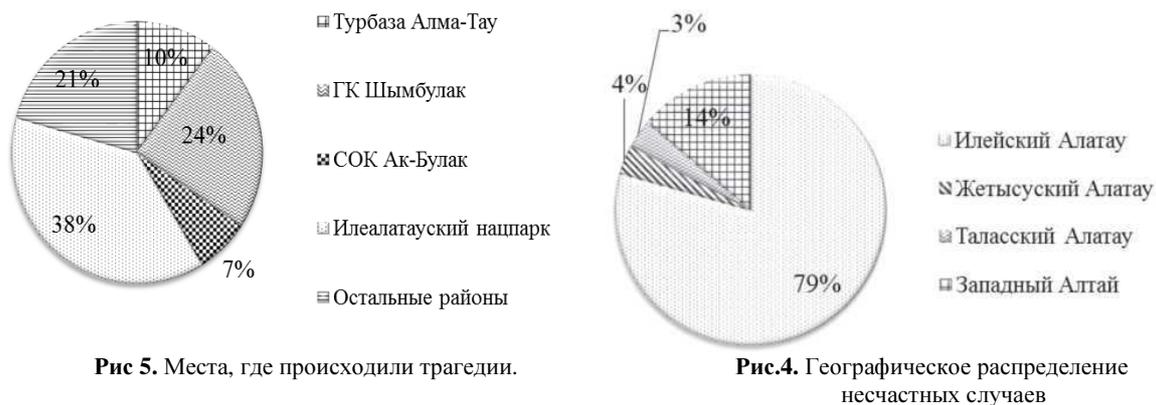


Рис.5. Места, где происходили трагедии.

Рис.4. Географическое распределение несчастных случаев

Для некоторых трагических случаев, по которым есть более подробная информация, был проведен более детальный анализ [3]. Из 20 исследованных случаев в 30 % в лавину попадал 1 человек, в 55 % - 2 человека и в 15 % - более 3 человек. В 25 % случаев погибших не было, в 55 % случаев – один погибший и в 20 % - двое погибших. Исследуя попадание в лавины 30 человек, установлена зависимость, показанная на рис. 6. Люди, оставшиеся на верху лавины, все выжили, и наоборот, среди полностью засыпанных никто не выжил. Большая часть частично засыпанных выжили.

Способ проведения поисково-спасательных работ в лавинах показан на рисунке 7. Все, кто остался жив, были спасены друзьями или выбрались сами в ближайшие минуты. Все они оказались наверху лавины или были частично засыпанными. Во всех случаях спасательная служба приезжала из города через несколько часов. Когда у засыпанного шансов выжить почти не оставалось. Тела 6 погибших находили с помощью поисковой собаки. На это требовалось 15-20 минут. Если же тело находилось на значительной глубине, то его находили через несколько часов или даже недель.

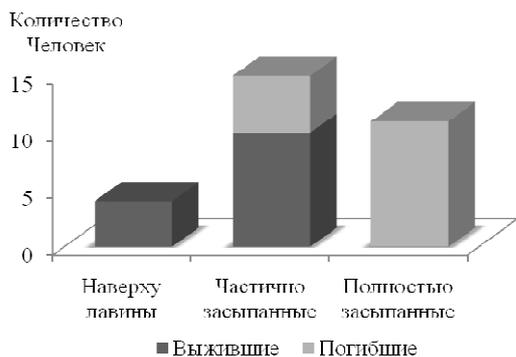


Рис 6. Зависимость количества выживших и погибших, от степени засыпанности человека в лавине.

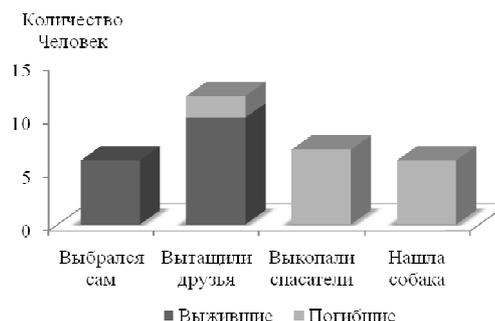


Рис 7. Способ проведения поисково-спасательных работ

Приведены несколько примеров несчастных случаев, произошедших за последние годы.

Профилактические спуски лавин: Горнолыжный курорт (ГК) «Шымбулак» - 03.03.2003 г., погиб сотрудник Казселезащиты, пострадали сотрудники Казвзрывпрома и Казгидромета. Сход лавины произошел в момент заложения взрывчатки. Взрывник и бригадир Казселезащиты вышли на лавиноопасный склон без применения альпинистской страховки и были задеты лавиной. Сотрудник Казгидромета был застрахован альпинистской веревкой. Взрывник остался жив, а тело погибшего бригадира через 3 часа нашла поисковая собака Республиканского оперативно-спасательного отряда (РОСО МЧС).

Дорога Медео-Шымбулак – 06.02.2005 г., погиб сотрудник Казселезащиты. Лавина сошла во время подъема к месту заложения взрывчатки, когда отряд поднимался вдоль лавиносбора. Отряд более 20 человек (сотрудники Казгидромета, Казселезащиты и Казвзрывпрома) растянулся на большое расстояние по тропе. Ударной волной лавины сбило бригадира Казселезащиты, находящегося в начале подъема и ударило о бетонные ограждения.

ГК «Шымбулак» - 04.04.2007 г., пострадал сотрудник Казгидромета. Лавина сошла в момент пересечения лавиносбора по горизонтали. Сотрудника Казгидромета страховали сотрудники РОСО МЧС, привлеченные к работе после первых трагедий. Из-за неправильно выбранного пути пересечения альпинистская страховка оказалась не эффективной.

Район санатория «Горная Ульбинка», (ВКО) – 21.01.2009 г., погиб сотрудник Казселезащиты, пострадали журналисты. Лавинная служба в ВКО упразднена в 90-х годах. Профспуск проводило областное управление Казселезащиты. Лавина сошла при заложении заряда взрывчатки. Завалило автомобиль журналистов, находящийся на дороге под лавиносбором.

В Казахстане применяются профилактические спуски лавин методом заложения взрывчатых веществ в зоне зарождения лавин. Этот метод опасен тем, что требуется выход на лавиноопасные склоны. Для обеспечения безопасности при этом требуется строгое соблюдение дисциплины, наличие специального снаряжения и одежды, и специальная подготовка людей. У организаций, ответственных за профилактические спуски это отсутствует, а инструктаж сводится к росписи в журнале. В 2007 г. жертв удалось избежать благодаря поддержке спасателей РОСО МЧС и применению альпинистской страховки.

Фрирайд – экстремальный (свободный) спуск:

Турбаза «Алма-Тау» - 25.03.2003 г., погиб иностранный турист-лыжник. Погибший был опытным гидом из Шамони (Франция), специально приехавшим в Казахстан. Напарники нашли тело с помощью лавинного маячка (бипера), констатировали смерть и вызвали спасателей РОСО МЧС.

Район г. Риддер – 01.03.2008 г., погибли 2 лыжника. Они катались в районе горнолыжной базы «Тишинка», в 10 км от г. Риддер. Несчастный случай произошел в отдаленном районе, информация о нем поступила от сотрудников Центра по Гидрометеорологии Восточно-Казахстанской области.

Спортивно-оздоровительный комплекс (СОК) «Ак-Булак» – 26.02.2009 г., погибли 2 лыжника-фрирайдера. Двое погибших спровоцировали сход лавины, катаясь на лавиноопасном склоне не смотря на предупреждения. Еще 4 человека оказались в хвосте лавины. Следует отметить что все они лыжные патрульные, горные гиды и спасатели. Тела были найдены спасателями городской

службы спасения 051 – одно через несколько часов, второе на следующий день. Для обеспечения безопасности спасательных работ был проведен профилактический спуск лавины.

Район СОК «Ак-Булак» – 07.04.2011 г., погибли двое: сноубордист и лыжник (один из них начальник лыжного патруля СОК «Ак-Булак»). После того, как группа не вернулась к вечеру, были вызваны спасатели МЧС. Тело одного из них нашла поисковая собака РОСО МЧС. Затем из-за опасности схода лавин спасательные работы были прекращены. Тело второго сноубордиста было найдено через 2 недели.

Район ГК «Шымбулак» – 17.03.2012 г., погиб сноубордист (лыжный патрульный ГК «Шымбулак»), еще 1 пострадал. Группа из 6 фрирайдеров вышла на лавиноопасный склон не смотря на предупреждения остальных лыжных патрульных. Одного из них, частично засыпанного, откапали оставшиеся участники. Хотя у засыпанного лавиной фрирайдера был лавинный маячок (бипер), напарники не смогли его найти и откапать живым. Тело было найдено поисковой собакой РОСО МЧС через 2 часа.

Наибольшее количество людей погибающих в лавинах - это сноубордисты и лыжники, любители экстремального спуска - фрирайда. Катаются они за пределами подготовленных трасс. Все случаи происходили в весенние или осенние месяцы, когда снежный покров наиболее неустойчивый.

В последние годы становится модно заниматься экстремальными видами спорта. В Казахстане экстремальный туризм находится в зачаточном состоянии. Отсутствует сертификация профессиональных гидов. Курс подготовки лыжника или сноубордиста занимает 1-3 дня работы с инструктором. Большинство экстремалов не состоят в спортивных клубах или федерациях.

Альпинизм:

Пик Молодежный – 09.01.2005 г., пострадал альпинист. Лавина сошла когда альпинисты были в 100 м от вершины. Они посчитали что опасности позади, и убрали страховочную веревку. Пострадавший альпинист «прокатился» на лавине более 800 м и остался жив. Второй альпинист спустился по простому маршруту и вызвал на помощь находящихся рядом альпинистов. Через несколько часов на помощь подоспели спасатели РОСО МЧС РК.

Пик Амангельды – 04.03.2009 г., пострадали 2 альпиниста из России. Альпинисты приехали за свои деньги и решили совершить несколько восхождений, несмотря на сложную погодную и лавинную обстановку. Группа пересекала лавиноопасный склон между вершинами Амангельды и Йошкар-Ола. Они самостоятельно транспортировали пострадавшего на метеорологическую станцию «Мынжилки», а затем вызвали спасателей городской службы спасения 051.

Пик Амангельды – 31.12.2009 г., пострадали 2 альпиниста из России. Этот случай произошел в том же месте и при аналогичных условиях, что и предыдущий.

Пик М.Маметовой – 20.10.2011 г., погиб 1 альпинист-гид, еще 1 пострадал. Трагедия произошла при совершении коммерческого восхождения богатого альпиниста с персональным гидом. Лавина сошла, когда участники восхождения пересекали снежно-ледовый склон. Альпинист участник восхождения практически не пострадал. Он откапал частично засыпанного гида, констатировал смерть и затем вызвал на помощь альпинистов из альпклуба ЦСКА по сотовому телефону.

Во времена СССР большинство альпинистов состояли в альпклубах и секциях, финансируемых обществом профсоюзов. Существовала строгая система выпусков и разрешений на восхождение через контрольно-спасательную службу.

В настоящее время сохранились несколько спортивных секций и появился коммерческий альпинизм. Ответственность ложится на руководителя группы (тренера, инструктора, гида). Все восхождения, тренировки и сборы участники оплачивают из своего кармана. Трудно отказаться от восхождения приехав издалека и заплатив немалые деньги.

Туристы и отдыхающие:

Ущелье Бутаковка – 15.01.2006 г., погибли 2 человека. Семейная пара скатывалась по крутому заснеженному склону, и спровоцировали сход совсем небольшой лавины. Мужчина оказался частично засыпанным, выбрался сам и умер через несколько часов от переохлаждения. Тела были найдены на следующий день спасателями РОСО МЧС.

Ущелье Ким-Асар – 27.12.2009 г., погиб 1 человек, 1 пострадал. Группа пенсионеров – любителей прогулок решили отправиться в горы, хотя было объявлено «Штормовое предупреждение». Один из них спровоцировал сход лавины, когда пересекал лавиноопасный склон по сокращенной

тропе, догоняя остальную группу. Тело было найдено через несколько часов спасателями РОСО МЧС.

Плотина Медео – 15.01.2010 г., погиб 1 человек, 1 пострадал. Группа отдыхающих находилась в лавиноборе, несмотря на предупреждающие знаки и объявленное «Штормовое предупреждение». Люди, находящиеся выше по склону, спровоцировали сход лавины, которая накрыла нижестоящих. Тело было найдено через несколько часов поисковой собакой РОСО МЧС.

Город Алматы находится в уникальном месте. До гор можно добраться за 30 минут, поэтому каждые выходные тысячи отдыхающих отправляются в горы. Поток неконтролируемых туристов невозможно остановить. Люди мало обращают внимание на предупреждения о лавинной опасности и информационные щиты и плакаты. В настоящее время штормовые предупреждения теряются в потоке информации среди сотен телеканалов и тысяч сайтов. Раньше было очень серьезное отношение к официальным сообщениям нескольких центральных каналов телевидения СССР.

Лавины, вызвавшие материальный ущерб:

Автодорога Усть-Каменогорск-Зырянск, Осиновский перевал(ВКО) – 10.02.2006 г., засыпало 2 автомашины, 1 человек пострадал. Значительные участки автодорог в предгорьях Западного Алтая подвержены сходу лавин. Эти дороги имеют республиканское значение, по ним проходят несколько тысяч автомобилей за сутки. На строительство противолавинной защиты финансов не выделено. Единственным способом борьбы с лавинами является проведение профилактических спусков лавин с помощью взрывчатых веществ.

ГК «Шымбулак» - 14.03.2010 г., повреждены опоры канатной дороги при проведении профилактического спуска лавины. Проектирование и строительство канатной дороги осуществлялось иностранной фирмой, выигравшей тендер. При проектировании лавинная угроза не учитывалась. Администрация горнолыжного курорта жалеет деньги на строительство лавинозащитных сооружений и противолавинную службу. Они пишут письма с просьбами, что бы МЧС и Казгидромет обеспечили их противолавинную безопасность бесплатно.

Турбаза «Алма-Тау» - 19.03.2010 г., повреждены опоры канатной дороги и линии электропередач. При проектировании лавинная угроза не учитывалась. У маленькой частной горнолыжной базы просто нет финансов на проектирование и строительство дорогостоящей лавинной защиты.

Турбаза «Алма-Тау» - 17.03.2010 г., поврежден поворотный круг канатной дороги и линии электропередач. При проектировании лавинная угроза не учитывалась. Администрация жалеет деньги на строительство лавинозащитных сооружений. У маленькой частной горнолыжной базы просто нет финансов на проектирование и строительство дорогостоящей лавинной защиты.

Во всех этих случаях материальный ущерб нанесен из-за отсутствия инженерных методов защиты от лавин (лавинорезов, лавинных галерей, снегоудерживающих щитов и т.п.). Хотя заинтересованным организациям неоднократно это предлагалось. Однако учитывая огромную стоимость, у нас в стране методы инженерной защиты практически не применяются, в отличие от Европейских стран.

Итак, на основании изложенного можно сделать следующие выводы:

1. Количество трагедий, связанных с лавинами, год от года увеличивается.
2. Наибольшее количество несчастных случаев приходится на март.
3. Большинство лавин были спровоцированы людьми.
4. Чаше всего в лавины попадают фрирайдеры (любители свободного экстремального спуска).
5. Наибольшее количество трагедий произошло в окрестностях г. Алматы на территории Иле-Алатауского национального парка.
6. Большинство выживших в лавинах оказались наверху, или были частично засыпанными. Они выбрались сами или были спасены друзьями в ближайшие минуты.
7. При поиске тел погибших большую эффективность показали поисковые собаки.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Жданов В.В.* О лавинных катастрофах и методах борьбы с ними // Гидрометеорология и экология. 2009. № 4. С. 172-177.
2. www.Almatymeteo.kz
3. www.Emer.kz

ЛЕДНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ БАЛКАШ-АЛАКОЛЬСКОГО БАССЕЙНА: СОСТОЯНИЕ, СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

**И.В. СЕВЕРСКИЙ¹, Е.Н. ВИЛЕСОВ², А.Л. КОКАРЕВ³, И.Н. ШЕСТЕРОВА³, В.И. МОРОЗОВА⁴,
Л.В. КОГУТЕНКО⁵, З.С. УСМАНОВА⁵**

¹Академик НАН РК, проф., д.г.н., ГНС (Институт географии РК),
²проф., д.г.н. (Казахский Национальный университет им. аль-Фараби),
³к.г.н., СНС (Институт географии РК),
⁴НС (Каз. Агентство прикладной экологии),
⁵инж. (Институт географии РК)

Соңғы он жылда Балқаш - Алакөл бассейні мұздық жүйесінің қаралған қазіргі өзгерістері мұздық жүйесіне сәйкес мұзбасу аудандарының жиынтығындағы әжеке бассейндердегі мұзбасу аудандары үлестерінің тұрақтылығы негізінде бұрын анықталған.

На основе выявленной ранее устойчивости доли площади оледенения частного бассейна в суммарной площади оледенения соответствующей ледниковой системы рассмотрены современные изменения ледниковых систем Балкаш-Алакольского бассейна за последние десятилетия.

Based on earlier detected stability of the part of the area of glaciation of particular basin in the total area of glaciation of corresponding glacial system, the modern changes of glacial systems of Balkash-Alakol basin for the last decades are considered.

Оледенение Балкаш-Алакольского бассейна - предмет постоянного внимания гляциологов и представителей смежных направлений науки на протяжении многих лет. Наиболее изучено оледенение северного склона Илейского (Заилийского) Алатау. Планомерные гляциогидроклиматические исследования, начатые здесь с созданием Сектора географии АН Казахстана в 1938 г., значительно активизировались в период работ по программам МГГ и МГД и вполне успешно продолжают в рамках приоритетов постоянно действующей Международной гидрологической программы ЮНЕСКО. С 1957 г. на леднике Туйыксу проводятся ежегодные, а с 1972 г. – круглогодичные комплексные исследования с определением составляющих баланса массы ледника. Состояние ледников этого района Северного Тянь-Шаня отражено в унифицированных каталогах ледников, составленных по материалам аэрофотосъемки либо на основе дешифрирования космических снимков 1955, 1974, 1979, 1990 и 2008 гг. Результаты этих исследований обобщены в многочисленных публикациях, включая монографии [1 - 4].

Не менее изучено оледенение казахстанской части Жетысуского (Джунгарского) Алатау, главным образом, благодаря известным исследованиям П.А.Черкасова. На эту территорию составлены унифицированные каталоги ледников по состоянию на 1956, 1972, 1990 и 2000 гг. Несколько менее изучено оледенение бассейнов рек Шелек (Чилик), Чон-Кемин и Чон-Аксу. Первые каталоги ледников бассейнов рек Шелек и Чон-Аксу составлены по материалам аэрофотосъемки 1956 г., а первый каталог ледников бассейна р. Чон-Кемин – по материалам аэрофотосъемки 1965 г.

Более сложно оценить изменения оледенения китайской части бассейна р. Иле. Для этой территории известен лишь один каталог, составленный китайскими специалистами по материалам аэрофотосъемки 1962-1963 гг.

Сравнительный анализ данных упомянутых каталогов выявил вполне определенные межбассейновые различия: максимальные темпы деградации ледников Илейско-Кунгейской и Жетысуской (Джунгарской) ледниковых систем характерны для оледенения южных макросклонов горных хребтов, а минимальные – для оледенения орографически закрытых бассейнов восточной ориентации [4 - 7].

Значительные межбассейновые и межрегиональные различия темпов деградации оледенения и ледниковых ресурсов характерны как для гор Евразии [8, 9], так и для горного оледенения мира [10 - 12]. Эти различия реакции оледенения на изменения климата вполне естественны. Они обусловлены закономерными изменениями температуры приземного воздуха и режима солнечной радиации в зависимости от географической широты и абсолютной высоты местности.

Априори ясно, что при прочих равных условиях потери льда ледников Тибетского нагорья будут меньше, чем на относительно невысокой периферии Тянь-Шаня: суммы положительных среднесуточных температур за абляционный период на Тибетском плато будут значительно ниже, чем на периферии Тянь-Шаня. По тем же причинам темпы деградации ледников должны сокращаться и с переходом от южных горных районов к северным. Очевидно, главная причина этих различий - в особенностях изменений регионального климата. Наиболее контрастен режим ледников в районах с морским и континентальным климатом. Это особенно ярко проявляется в режиме ледников южной и юго-восточной периферии Гималаев с выраженным муссонным климатом, с одной стороны, и Гиндукуш-Каракорума и Тибетского нагорья с резко континентальным климатом - с другой [10, 11, 13].

В значительной мере эти различия определяются положением горно-ледникового бассейна в горной системе (периферийные либо внутригорные районы), экспозицией макросклонов горных хребтов и ориентацией бассейнов относительно господствующего направления атмосферного влагопереноса [4 - 6, 9, 14, 15].

Вместе с тем, причины межбассейновых и межрегиональных различий реакции оледенения на изменения климата недостаточно изучены. Наиболее надежно эти различия можно исследовать на основе сравнительного анализа изменений состояния целостных ледниковых систем - совокупности ледников более или менее однородных по климатическим условиям горных районов, территориальные размеры которых могут варьировать от площади оледенения групп бассейнов на макросклоне хребта одной ориентации до оледенения горной страны. Также очевидно, что рассматриваемые различия наиболее надежно можно оценить на основе сравнительного анализа данных унифицированных по содержанию последовательных каталогов ледников. К сожалению, такие каталоги - все еще редкость.

Ясно, что для исследований изменений оледенения и причин межбассейновых и межрегиональных различий их динамики наибольший интерес представляют данные о состоянии оледенения целостных ледниковых систем - совокупности ледников, объединенных территорией с общими взаимосвязями с окружающей средой [16]. Сравнительный анализ таких данных позволил бы оценить влияние зональных (географическая широта, долготы) и региональных (орография, ориентация бассейнов относительно сторон горизонта и господствующего направления атмосферного влагопереноса, положение района в горной системе) факторов на реакцию ледниковых систем на изменения климата. Исследования изменений состояния ледниковых систем сопряжено с необходимостью единовременной каталогизации ледников значительных по площади районов за различные годы, разделенные промежутками времени в 1-3 десятилетия, как минимум. Для большинства горно-ледниковых районов мира таких данных нет, и ожидать, что они появятся вскоре, не приходится.

В этой связи представляется интересной попытка рассмотреть возможности оценки состояния оледенения целостных ледниковых систем по данным мониторинга оледенения частных бассейнов. Основанием для этого служит очевидное предположение, что факторы, определяющие межбассейновые и межрегиональные различия состояния ледниковых систем в той или иной мере проявляются в гляциологических характеристиках ежегодно, а в среднем за многолетний период их влияние остается более или менее устойчивым. В конечном итоге это должно проявляться в устойчивости отношения площади ледников частного бассейна к площади оледенения соответствующей ледниковой системы. Это предположение вполне подтверждается результатами сравнительного анализа данных последовательных каталогов ледников различных районов. В этом отношении наиболее изученным является оледенение гор Юго-Восточного Казахстана: в Институте географии МОН РК составлены унифицированные каталоги ледников по состоянию на 1955, 1974, 1990, 1999 и 2008 гг. (Илейско-Кунгейская ледниковая система) и 1956, 1972, 1990 и 2000 гг. (Жетысуская ледниковая система).

Сравнительный анализ данных повторных каталогов ледников не оставляет сомнений в устойчивости соотношений площади оледенения частного бассейна и соответствующей ледниковой системы. В табл. 1 и на рис. 1 представлено изменение доли площади оледенения отдельных речных бассейнов в суммарной площади оледенения северного склона Илейского Алатау.

Таблица 1. Изменение доли площади ледников частных бассейнов в суммарной площади ледников северного склона Илейского Алатау (учтена лишь площадь открытой части ледников – «чистый лед»)

Год	Узун-Каргалы	Шамалган	Каскелен	Аксай	Каргалы	Проходная	У. Алматы	К. Алматы	Сол Талгар	Орта Талгар	Он Талгар	Есик	Турген
1955	3,9	0,6	3,6	4,7	1,4	2,2	9,3	3,4	28,6	10,0	1,5	17,9	12,9
1974	4,6	1,2	5,6	5,4	1,3	2,6	8,2	3,0	25,8	11,4	1,4	16,9	12,6
1990	4,7	0,5	4,7	5,0	1,2	1,9	8,2	3,1	26,8	12,1	1,5	17,6	12,7
2008	4,6	0,9	5,0	5,4	1,4	1,9	8,2	3,3	27,1	10,8	1,3	18,2	11,9

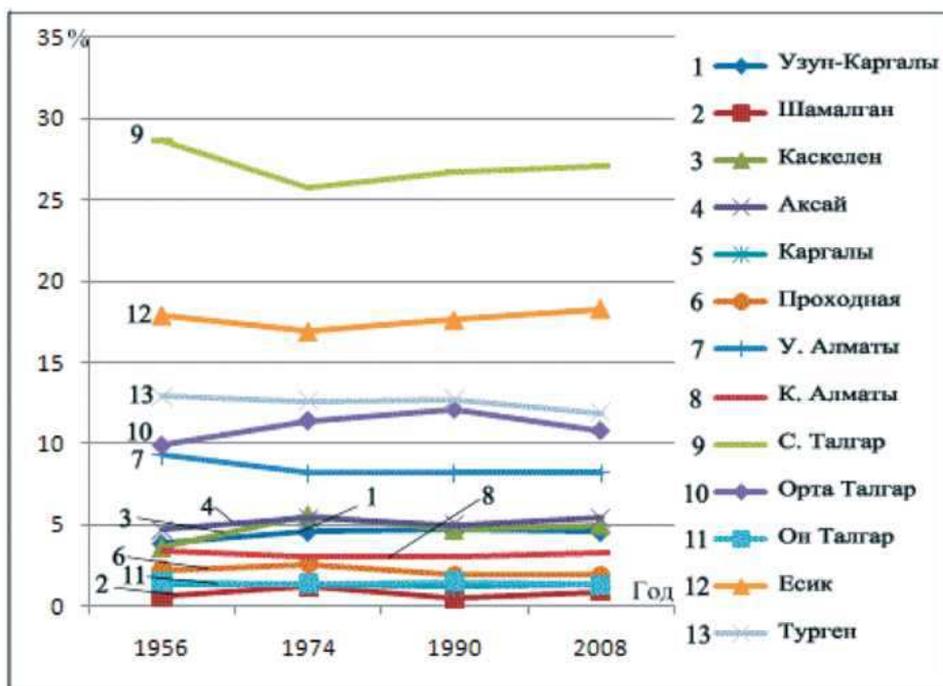


Рис. 1. Изменение доли площади оледенения частных бассейнов (%) в суммарной площади оледенения северного склона Иле Алатау (междуречье Узун-Каргалы – Турген)

Как видим, за период с 1955 по 2008 гг. доля площади оледенения бассейнов рек северного склона Илейского Алатау в суммарной площади всей ледниковой системы междуречья Узун-Каргалы - Турген практически не изменилась. Просматриваемые в отдельных бассейнах изменения носят случайный характер и обусловлены, скорее всего, погрешностями определения площади ледников по снимкам различного разрешения и качества. Не изменились эти соотношения в Жетысуском Алатау и на Алтае [16]. Судя по содержанию публикаций, они устойчивы и в горах Памира и Гиссаро-Алая, Внутреннего Тянь-Шаня [8, 17 - 19].

Отметим, однако, что, в пределах единой ледниковой системы относительно более высокие темпы деградации характерны для ледников южных макросклонов хребтов, а относительно более низкие – для ледников орографически закрытых бассейнов восточной ориентации [4, 7].

В связи с этим, можно ожидать, что доля площади ледников южных макросклонов в суммарной площади оледенения соответствующей ледниковой системы со временем должна убывать, а доля площади орографически закрытых бассейнов восточной периферии гор должна увеличиваться. Но, как следует из рассмотренных выше данных о динамике оледенения Северо-Илейской ледниковой системы, темп этих изменений настолько мал, что на отрезках времени в десятки лет, как минимум, ими можно пренебречь.

Устойчивость рассматриваемых соотношений является свидетельством единой реакции оледенения частных бассейнов и соответствующих ледниковых систем на изменения климата. Иными словами, несмотря на различные темпы изменения состояния отдельных ледников, обусловленных различиями их морфологии, размеров, экспозиции, вся совокупность ледников частного бассейна реагирует на внешние воздействия так же, как и соответствующая ледниковая

система в целом. Это открывает возможности для организации оперативного мониторинга состояния ледниковых систем: оценив площадь оледенения контрольного бассейна, и, зная ее долю в суммарной площади ледников всего района (либо группы бассейнов), несложно рассчитать площадь оледенения соответствующей ледниковой системы.

На рис.2 представлена зависимость ошибки расчета площади оледенения ледниковой системы от площади оледенения контрольного бассейна. Для построения этой зависимости, помимо данных упомянутых выше каталогов ледников Илейско-Кунгейской и Жетысуской ледниковых систем, составленных в Институте географии, использованы аналогичные данные по территории Алтая [20], Памира и Гиссаро-Алая [8, 17, 19]. Как видим, зависимость носит экспоненциальный характер, и площадь оледенения контрольного бассейна, равная 13-14 км², является пороговой: последующее увеличение площади оледенения бассейна практически не сказывается на величине ошибки расчета площади оледенения соответствующей ледниковой системы по данным о площади оледенения контрольного бассейна.

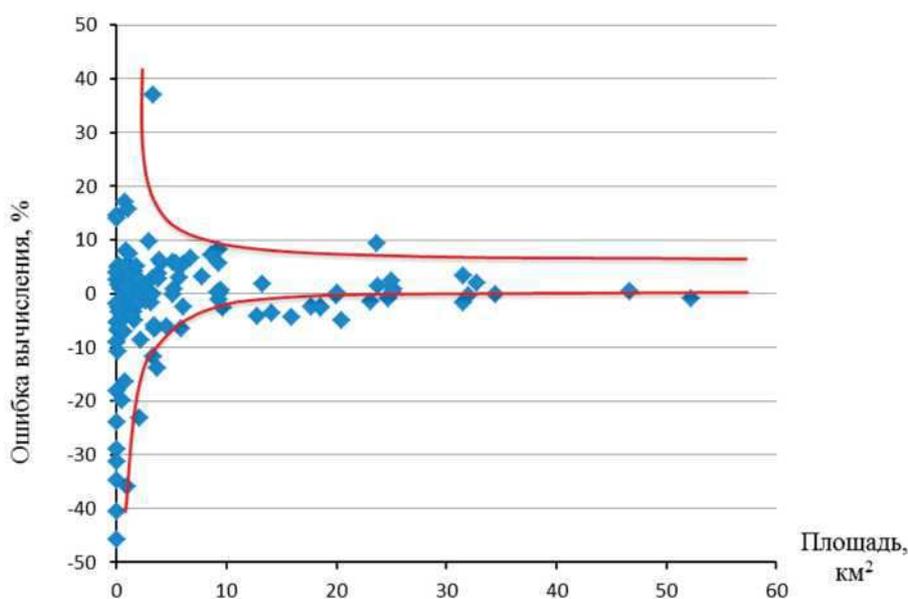


Рис. 2. Зависимость ошибки расчета площади оледенения целостных ледниковых систем по данным о площади оледенения частного бассейна. Использованы данные по Илейско-Кунгейской и Жетысуской ледниковым системам, Алтаю [20], Памиру и Гиссаро-Алаю [8, 17, 19]

Как видим (см. рис. 2), ошибка определения площади оледенения целостной ледниковой системы при площади оледенения частного бассейна более 5 км² не превышает $\pm 10\%$ и сокращается до $\pm 5\%$ и менее при площади оледенения контрольного бассейна более 10 км².

На основе этого результата скорректированы явно сомнительные данные о площади оледенения бассейна р. Чон-Кемин по состоянию на 1965 г. (данные первого каталога ледников) и восстановлена площадь оледенения бассейнов рек Чон-Аксу и Чон-Кемин за 1979 и 1990 гг., что позволило впервые оценить изменения Илейско-Кунгейской ледниковой системы за последние полвека [15].

Устойчивость рассматриваемых соотношений позволяет организовать оперативный мониторинг состояния ледниковых по данным мониторинга ледников контрольных бассейнов. На этой основе открывается возможность для сравнительного анализа состояния оледенения различных горных районов и исследований причин межбассейновых и межрегиональных различий отклика ледниковых систем на изменения климата.

Также устойчивы во времени и соотношения площади отдельных ледников и площади оледенения соответствующего бассейна [15]. Это позволяет использовать данные о площади отдельных ледников для расчета площади оледенения всего бассейна, что существенно расширяет возможности мониторинга динамики оледенения различных районов и может быть использовано для реконструкции оледенения горных районов на основе фотоснимков и инструментальных съемок отдельных ледников за исторический период.

Изменение оледенения Северо-Илейской ледниковой системы. В Балкаш-Алакольском бассейне наиболее изучена динамика оледенения Северо-Илейской ледниковой системы, для которой имеются унифицированные каталоги ледников за 5 лет периода с 1955 по 2008 гг. Результаты определений представлены на рис. 3

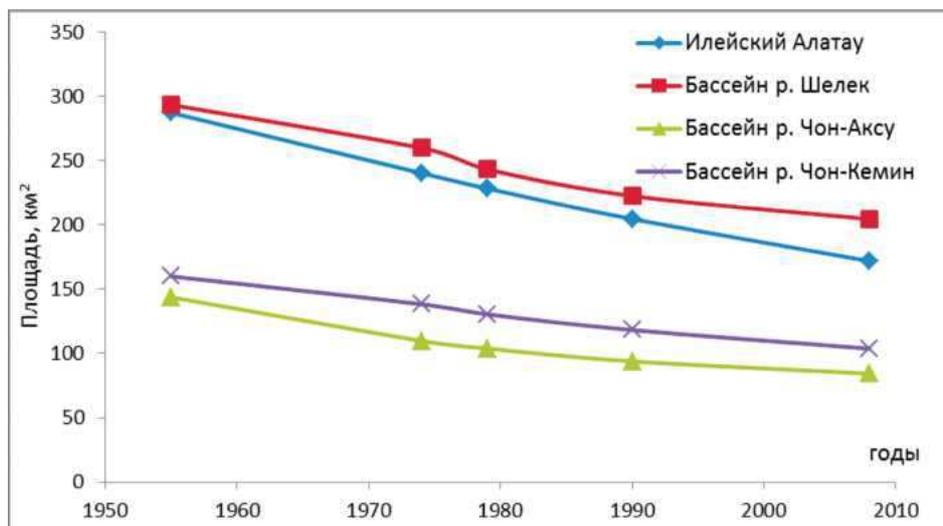


Рис. 3. Изменение площади открытой части ледников Илейско-Кунгейской ледниковой системы

Как видим, оледенение рассматриваемых бассейнов в течение последнего полувека изменялось синхронно, линейно и с близкими по величине темпами деградации.

Для сравнительной оценки изменений оледенения ледниковых систем всего Балкаш-Алакольского бассейна необходимо оценить изменения площади оледенения Жетысуской и Верхнеилейской ледниковых систем за сходный по продолжительности период.

Изменение оледенения Жетысуской ледниковой системы. Факт устойчивости рассмотренных соотношений площади оледенения частного бассейна и оледенения соответствующей ледниковой системы используем для расчета площади оледенения Жетысуской ледниковой системы за 1979 и 2008 гг. В таблице 2 представлены данные о площади оледенения северного склона Илейского Алатау и казахстанской части Жетысу за годы синхронной каталогизации ледников. Как видим, доля площади оледенения каждой ледниковой системы в суммарной площади оледенения северного склона Илейского Алатау и казахстанской части Жетысу Алатау устойчива во времени.

Приняв средние за три года значения доли площади каждой ледниковой системы в суммарной, можно рассчитать площадь оледенения Жетысуской ледниковой системы за годы каталогизации ледников северного склона Илейского Алатау (1979 и 2008). По результатам определений площадь ледников общей ледниковой системы (Северо-Илейская + Жетысуская в пределах Казахстана) по состоянию на 2008 г. составила 669,36 км², Доля площади Жетысуской ледниковой системы в суммарной в среднем за три года синхронной каталогизации ледников составила 74,31%. Следовательно, площадь Жетысуской ледниковой системы в пределах Казахстана по состоянию на 2008 г. составляла 497,4 км². Аналогично рассчитанная площадь Жетысуской ледниковой системы по состоянию на 1979 г. составила 662,7 км².

Таблица 2. Расчет доли площади оледенения Северо-Илейской и Жетысуской ледниковых систем за годы синхронной каталогизации ледников

Ледниковая система	1955/1956		1972/1974		1990		Среднее за три года %
	км ²	%	км ²	%	км ²	%	
Северо-Илейская	287,3	26,09	245,3	25,97	204,1	25,01	25,69
Жетысуская	813,9	73,91	669,2	74,03	612,0	74,99	74,31
Общая	1101,2	100	944,5	100	816,1	100	100

Примечание: Северо-Илейская ледниковая система включает оледенение бассейнов рек северного склона Илейского (Зайлийского) Алатау, Жетысуская ледниковая система объединяет оледенение казахстанской части Жетысу Алатау.

Таблица 3. Площадь ледников в Жетысуской ледниковой системе в 1956 - 2000 гг.

Год	Размерность	1(юг)	2 (запад)	3 (север)	4 (восток)	Всего
1956	км ²	228.4	202.5	294.6	88.4	813.9
	% от общ.	28,06	24,89	36,20	10,86	100
1972	км ²	194.1	176.0	245.3	83.8	699.2
	% от общ.	27,76	25,17	35,08	11,98	100
1990	км ²	158,61	159,273	222,121	71,958	611,99
	% от общ.	25,95	26,0	36,29	11,75	100
2000	км ²	135,751	131,925	200,688	59,646	528,01
	% от общ.	25,71	25,0	38,0	11,3	100
Среднее	км ²	107,48	101,06	145,57	45,88	400
	% от общ.	26,87	25,26	36,39	11,47	100

Примечания: 1 – Южный склон Жетысу Алатау (бассейны рек Коргас, Осек); 2 – Бассейн реки Каратал; 3 – Западная часть северного склона Жетысу Алатау (бассейны рек Биен, Аксу, Лепсы); 4 – Восточная часть северного склона Жетысу Алатау (бассейны рек Тентек, Ырғайты). За 1956 и 1972 гг. использованы данные П.А. Черкасова [21].

Определим долю площади оледенения каждого из четырех районов Жетысу Алатау в суммарной площади Жетысуской ледниковой системы по данным каталогов ледников за 1956, 1972, 1990 и 2000 гг. (таблица 3).

Как следует из таблицы, доля площади оледенения каждого района также устойчива во времени. Приняв среднюю за 4 года долю площади оледенения каждого района в суммарной его площади, мы определили площадь оледенения каждого района Жетысуской ледниковой системы за шесть лет периода с 1956 по 2008 г. и получили возможность сравнительной оценки характера изменений оледенения каждого района Жетысуской ледниковой системы за период с 1956 по 2008 гг. (таблица 4, рис. 4).

Таблица 4. Изменение площади открытой части ледников казахстанского Жетысу

Район	Площадь оледенения по состоянию на год						Темп деградации за период с 1956 по 2008 гг., % в год
	1956	1972	1979	1990	2000	2008	
Юг	228,4	194,1	178,2	153,5	135,8	133,65	0,798
Запад	202,6	176,0	167,4	159,3	131,9	125,64	0,730
Север	294,6	245,3	241,2	222,1	200,7	181,05	0,741
Восток	88,4	83,8	76,0	71,96	59,6	57,05	0,682
Все	814,0	699,2	662,8	606,9	528,0	497,4	0,748

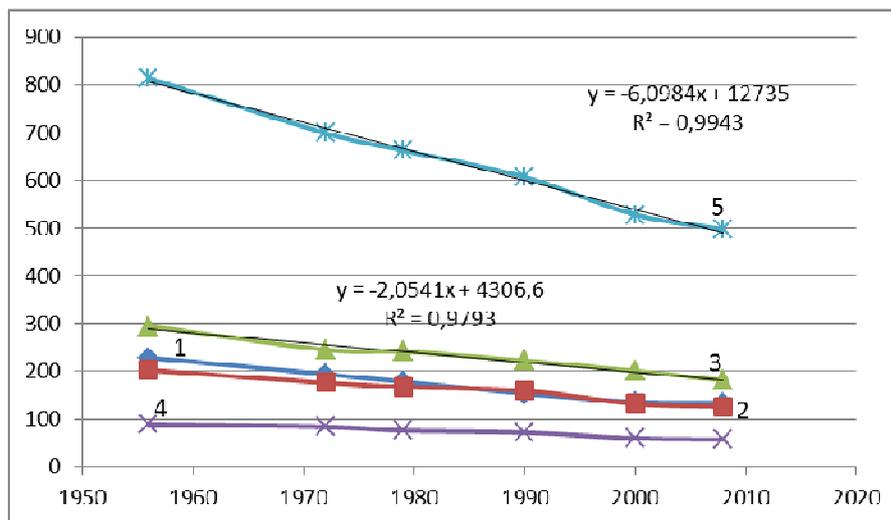


Рис. 4. Изменение площади открытой части ледников казахстанской части Жетысу. Бассейны рек: 1 - Коргас, Осек; 2 - Каратал; 3 - Биен, Аксу, Лепсы; 4 - Тентек, Ыргайты; 5 – Все бассейны казахстанской части Жетысу Алатау

Как видим, изменение оледенения групп бассейнов (районов) казахстанской Жетысу в течение всего рассматриваемого периода происходило синхронно, линейно с близкими по величине темпами сокращения площади ледников. Как отмечалось ранее [4], наибольший темп деградации ледников характерен для бассейнов Южной части Жетысу, а наименьший – для орографически закрытого района на восточной периферии горной страны (бассейны рек Ыргайты, Тентек).

Изменение оледенения Верхнеилейской ледниковой системы. Оценить изменения Верхнеилейской ледниковой системы, объединяющей ледники китайской части бассейна р. Иле более сложно, поскольку на эту территорию известен лишь один каталог ледников, составленный китайскими специалистами по материалам аэрофотосъемки 1962/63 гг. с использованием топографической основы масштаба 1:100 000 [22, 23]. По данным этого каталога рассчитана доля площади оледенения основных водосборных бассейнов рек рассматриваемой территории – Коргас, Каш, Кюнес, Коксу и Текес. В дополнение к упомянутому каталогу китайскими специалистами по материалам аэрофотосъемки 1989 г. составлен каталог ледников бассейнов пяти правых притоков р. Каш [23], а нами по космическим снимкам Landsat за 2000 г. составлен аналогичный каталог ледников бассейна р. Коргас. Воспользовавшись данными этих каталогов и долей площади ледников каждого частного бассейна в суммарной площади оледенения китайской части бассейна р. Иле, мы определили площадь оледенения всей Верхнеилейской ледниковой системы по состоянию на 1989 и 2000 гг. Дополнительно по космическим снимкам Landsat нами составлен полный каталог ледников китайской части бассейна р. Иле по состоянию на 2011 г. для территории бассейнов Кюнес, Коргас, Коксу и Текес, и по состоянию на 2008 г. для территории бассейна р. Каш. Далее, по данным о площади оледенения бассейна р. Каш и доли площади ледников этого бассейна в суммарной площади оледенения китайской части бассейна р. Иле рассчитали площадь оледенения всей Верхнеилейской ледниковой системы по состоянию на 2008 г. Аналогично, на основе данных упомянутого каталога ледников пяти притоков р. Каш определили площадь оледенения китайской части бассейна р. Иле по состоянию на 1989 г. В дополнение, приняв темп сокращения площади оледенения бассейна р. Каш за период с 1963 по 2008 г., рассчитали площадь оледенения этого бассейна по состоянию на 2011 г.

Итоговые результаты рассмотренных выше определений представлены в таблице 5. На рис. 5 сопоставлены изменения площади открытой части ледников трех основных ледниковых систем Балкаш-Алакольского бассейна – Северо-Илейской, включающей ледники бассейнов рек северного склона Илейского Алатау, Жетысуской, объединяющей

Таблица 5. Изменение площади оледенения ледниковых систем (F)
Балхаш-Алакольского бассейна

Бассейны рек, (район)	Площадь открытой части ледников, км ² по состоянию на год:					
	Северо-Илейская ледниковая система					
Северный склон Илейского Алатау	1955	1974	1979	1990	2000	2008
	287,3	240,4	228,4	204,7	182,6	172,0
Жетысуская (Джунгарская) ледниковая система						
Хоргос, Осек (Южный)	1956	1972	1979	1990	2000	2008
	228,4	194,2	178,2	158,9	135,8	133,65
Каратал (Западный)	202,6	176,0	167,4	159,3	131,9	125,6
Биен, Аксу, Лепсы (Северный)	294,6	245,3	241,2	222,1	200,7	181,0
Тентек, Ырғайты (Восточный)	88,4	83,8	76,0	72,0	59,6	57,0
Всего	814,0	699,2	662,7	612,3	528,0	497,4
Верхнеилейская ледниковая система						
Хоргос	1962/63	1989	2000	2008	2011	-
	62,32	50,36	41,7	32,18	31,6	-
Каш	423,7	406,89	336,91	316,77	311,47	-
Кюнес	97,4	83,36	69,02	57,49	56,60	-
Коксу	439,3	412,99	341,96	314,33	309,12	-
Текес	1039,8	953,99	789,91	709,33	697,35	-
Всего	2062,52	1907,6	1579,5	1430,1	1406,1	-

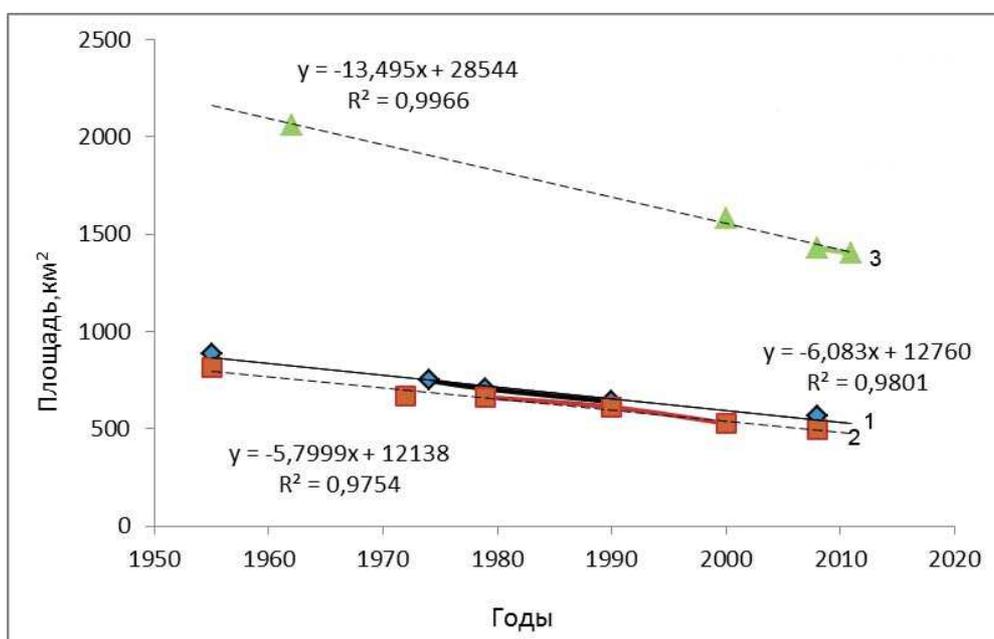


Рис. 5. Изменение площади открытой части ледников Балхаш-Алакольского бассейна.
Ледниковые системы: 1 – Северо-Илейская, 2 – Жетысуская, 3 – Верхнеилейская

ледники казахстанской части Жетысу Алатау, и Верхнеилейской, включающей оледенение китайской части бассейна р. Иле. Темпы сокращения площади оледенения Северо-Илейской и Жетысуской ледниковых систем за период с 1955/56 гг. по 2008 г. составили 0,757 и 0,748 % в год соответственно.

Таким образом, мы получили возможность сопоставить данные о динамике оледенения трех упомянутых ледниковых систем Балхаш-Алакольского бассейна – Северо-Илейской, Жетысуской и Верхнеилейской за сходные по продолжительности периоды.

Темп сокращения площади оледенения Верхнеилейской ледниковой системы в среднем за период с 1963 по 2008 гг. составил 0,681% в год. Опираясь на данные о площади оледенения всех трех ледниковых систем Балхаш-Алакольского бассейна за 2000 и 2008 гг., мы определили долю площади оледенения каждой из них в суммарной. В среднем за два упомянутых года она составила 8,08% для Северо-Илейской, 23,38% для Жетысуской и 68,54% для Верхнеилейской ледниковых систем. На основе этого результата и данных о площади Северо-Илейской и Жетысуской ледниковых систем с учетом устойчивости соотношений площади оледенения частных бассейнов (либо групп бассейнов) в суммарной площади оледенения соответствующей ледниковой системы, мы рассчитали площадь оледенения китайской части бассейна р. Иле по состоянию на 1956 г., равную 2386,3 км² и получили возможность оценить средний темп деградации оледенения Верхнеилейской ледниковой системы за период с 1956 по 2008 г. Он оказался равным 0,728% в год, т.е. сопоставим с темпами сокращения площади оледенения Северо-Илейской и Жетысуской ледниковых систем за тот же период.

Таким образом, результаты сравнительного анализа данных унифицированных каталогов ледников Илейско-Кунгейской ледниковой системы по состоянию на 1955, 1974, 1979, 1990 и 2008 гг., Жетысуской ледниковой системы по состоянию на 1956, 1972, 1990 и 2000 гг. и Верхнеилейской ледниковой системы по состоянию на 1962 и 2011 гг. с привлечением аналогичных данных по оледенению Алтая и ряда бассейнов Памиро-Алая не оставляют сомнений в том, что соотношение площади ледников частных бассейнов и площади оледенения соответствующих ледниковых систем устойчивы во времени. Это открывает возможности для оперативного мониторинга динамики оледенения ледниковых систем по данным о площади оледенения контрольных бассейнов. Варьируя структурой и размерами ледниковых систем, на этой основе можно привести к сопоставимому виду данные о площади оледенения смежных ледниковых систем и выявить причины межбассейновых различий реакции оледенения на изменения климата.

Ледниковые системы крупных речных бассейнов, подобных Балхаш-Алакольскому, изменяются синхронно, линейно и со сходными по величине темпами.

При значительных межбассейновых различиях оледенение рассматриваемых ледниковых систем характеризуется общей тенденцией и близкими величинами темпов деградации площади ледников и запасов льда. При прочих равных условиях наибольшими темпами деградации в пределах каждой ледниковой системы характеризуется оледенение южных макросклонов хребтов, а наименьшими – оледенение орографически закрытых бассейнов восточной ориентации.

На общем фоне линейной деградации ледников, характерной для всего рассматриваемого периода, темпы сокращения оледенения Балхаш-Алакольского бассейна, следуя изменению снежности (зимнего баланса массы) и летней температуры, резко увеличились в первой половине периода и, достигнув максимума к середине 1970-х гг., в последующем сокращались. Тем не менее, оледенение региона остается в стадии деградации и при сохранении выявленных тенденций подавляющее большинство его ледников может растаять к концу текущего столетия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаревич К.Г., Вилесов Е.Н., Головкова Р.Г., Денисова Т. Я., Шабанов П.Ф. Ледники Туяксу (Северный Тянь-Шань). Л. Гидрометеоздат, 1984. 170 с.
2. Токмагамбетов Г.А. Ледники Заилийского Алатау. - Алма-Ата, 1976. - 367 с.
3. Вилесов Е.Н., Уваров В.Н. Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке. Алматы, 2001. 252 с.
4. Severskiy I.V., Kokarev A.L. Severskiy S.I., Tokmagambetov T.G., Shagarova L.V., Shesterova I.N. Contemporary and prognostic changes of glaciation in Balkhash Lake basin. Almaty, 2006. 68 p.

5. *Северский И.В., Токмагамбетов Т.Г.* Современная деградация оледенения гор юго-восточного Казахстана // МГИ, 2005, вып.98. С. 3-10.
6. *Котляков В.М., Северский И.В.* Ледники Центральной Азии: современное состояние, изменения, возможное влияние на водные ресурсы // Материалы международного семинара «Оценка снежно-ледовых и водных ресурсов Азии». Алматы, Казахстан (28-30 ноября 2006 г.). Алматы, 2007. С. 21-55.
7. *Северский И.В.* Современные и прогнозные изменения снежности и оледенения зоны формирования стока и их возможное воздействие на водные ресурсы Центральной Азии // Материалы международного семинара «Оценка снежно-ледовых и водных ресурсов Азии». Алматы, Казахстан (28-30 ноября 2006 г.). Алматы, 2007. С. 180-205.
8. *Щетинников А.С.* Морфология и режим ледников Памиро-Алая. Ташкент, изд-во САНИГМИ, 1998. 219 с.
9. Оледенение Северной и Центральной Евразии в современную эпоху / отв. ред. В.М. Котляков. Ин-т географии РАН. М.: Наука, 2006. 482 с.
10. *Dyurgerov M.B. and Meier M.F.* Glaciers and the Changing Earth System // Snapshot. Institute of Arctic and Alpine Research University of Colorado. ISTAAR Occasional Paper 58, 2005. 117 p.
11. *Dyurgerov M.B.* Reanalysis of Glacier Changes: From the IGY to the IPY, 1960-2008.// Data of glaciological studies. Publication 108. 2010. 116 p.
12. *Zemp M., Roet I., Kääb A., Hoelze M., Paul F., Haeberli W.* Global Glaciers Changes: facts and figures. UNDP. WGMS. 2008. 87 p.
13. <http://www.geo.unizh.ch/wgms/>
14. *Котляков В.М.* Избранные сочинения в 6 томах. Книга 2. Снежный покров и ледники Земли. М.: Наука, 2004. 488 с.
15. *Северский И.В.* К проблеме мониторинга изменений оледенения целостных ледниковых систем // Вопросы географии и геоэкологии. 2011. № 2. С. 12-18.
16. *Котляков В.М., Комарова А.И.* География. Понятия и термины. Пятиязычный академический словарь. Москва, «Наука», 2007. 859 с.
17. *Батыров Р.С., Яковлев А.В.* Мониторинг горных ледников некоторых районов Гиссаро-Алая с использованием космических снимков ASTER TERRA//Гляциология горных областей: Труды НИГМИ. Вып. 3 (248) Ташкент, 2004. С. 22-27.
18. *Кутузов С.С.* Изменение площади и объема ледников хр. Терской Ала-Тоо во второй половине XX в.//Лед и Снег. №1, 2012. С. 5-14.
19. *Усубалиев Р.А., Дудашвили А.С., Элеманов О.И.* Оледенение северных склонов Туркестанского и Алайского хребтов и его современная динамика//Лед и Снег № 1 (117). 2012. С. 24 – 28.
20. *Никитин С.А.* Закономерности распределения ледниковых ресурсов // Материалы гляциологических исследований. Вып. 107. М. 2009. С.87-96.
21. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш. /Под ред. Т.К. Кудекова. – Алматы. Издательство «Каганат», 2002. – 388 с.
22. Glacier inventory of China. III. Tianshan mountains (Ili river drainage basin) 1986. China. Science Press. – 146 p.
23. Concise Glacier Inventory of China (Editor – in-Chief: Shi Yafeng) Shanghai Popular Science Press. 2008. 205 p.

КАТАЛОГИЗАЦИЯ ЛЕДНИКОВ БАССЕЙНОВ РЕК КОКСУ И КЮНЕС (КИТАЙСКАЯ ЧАСТЬ БАССЕЙНА РЕКИ ИЛЕ) ПО МАТЕРИАЛАМ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Л.В. КОГУТЕНКО

Инженер лаборатории гляциологии (Институт географии РК)

Көксу және Кюнес (Қытай) өзендері алабында орналасқан мұздықтардың 1963 жылдан 2011 жыл аралығындағы өзгеруін бағалау нәтижелері ұсынылған. Мұздықтардың морфологиялық түріне және орналасуына байланысты олардың аудандарының қысқаруына талдау жасалынған. Мұз басудың төмендеуінің орташа қарқыны ауданына байланысты 0,7 % және көлеміне қарай 0,9 % құрады.

Представлены результаты оценки изменений ледников, расположенных в бассейнах рек Коксу и Кюнес (Китай), с 1963 по 2011 гг. Проанализировано сокращение площади ледников в зависимости от их морфологического типа и экспозиции. Средние темпы деградации оледенения составили 0,7 % в год по площади и 0,9 % в год по объему.

In the article results of estimation of changes of glaciers located in Koxsu and Kyunes river basins (China) for the period of years from 1963 to 2011 are presented. Decrease of glaciers area depending on their morphological type and exposition is analyzed. Average rates of degradation of glaciation made 0,7 % a year by the area and 0,9 % a year by the volume.

Одна из ключевых проблем Республики Казахстан, как и сопредельных стран Центральной Азии – нарастающий дефицит водных ресурсов. Уже сейчас состояние водного стресса – характерная особенность всех восьми водохозяйственных бассейнов Казахстана: объем водопотребления превысил здесь 40 % возобновляемых водных ресурсов и продолжает увеличиваться. К тому же Казахстан является водозависимым государством: более 40% объема речных вод поступает в страну по трансграничным рекам с территории сопредельных стран – России, Китая, соседних стран Средней Азии [1,2]. Неопределенность климатических изменений даже в ближайшем будущем и продолжающееся сокращение ледниковых ресурсов оптимизма не добавляют. По оценкам специалистов подавляющее большинство ледников Тянь-Шаня, Жетysуского (Джунгарского) Алатау может растаять уже к концу текущего столетия, что может потребовать кардинального изменения сложившегося в регионе системы землепользования и водопотребления и способно спровоцировать резкое обострение продовольственной и региональной безопасности [1-3].

Горные районы являются зоной формирования стока большинства главных рек Центральной Азии. Результаты исследований не оставляют сомнений в том, что оледенение региона с середины прошлого века находится в стадии деградации. [1-5]. В связи с этим все более актуальны исследования по оценке современных и прогнозных изменений ледниковых ресурсов. Для территории казахстанской части Иле-Балкашского бассейна такие оценки выполнены на основе сравнительного анализа данных последовательных унифицированных каталогов ледников, составленных на 4 (Жетysуский Алатау) - 5 (Илейский Алатау) разных лет последнего полувека [1-6]. Сложнее оценить эти изменения для сопредельной территории трансграничных бассейнов. Для китайской территории бассейна реки Иле, в частности, имеется лишь один каталог ледников, составленный китайскими специалистами по материалам аэрофотосъемки 1962/63 гг.

В связи с этим в Институте географии в рамках тематических исследований лаборатории гляциологии предприняты работы по составлению нового каталога ледников по состоянию на 2011 г. Часть результатов этих работ, относящаяся к оледенению бассейнов рек Коксу и Кюнес - составляющих р. Иле на территории Китая (рис.1), представлена ниже.

Методика исследований и результаты. Река Коксу протекает между хребтами Халыктау и Нарат, а река Кюнес - между хребтами Нарат и Ирен-Хабырга. Хребет Халыктау простирается на восток от пика Хан-Тенгри и достигает максимальной высоты 6811 метров. [7]

Новый каталог ледников бассейна р. Коксу составлен на основе обработки космические снимков Landsat 7 ETM+ (2007, 2009, 2011 гг.) и ASTER (2004 и 2006 гг.). Для

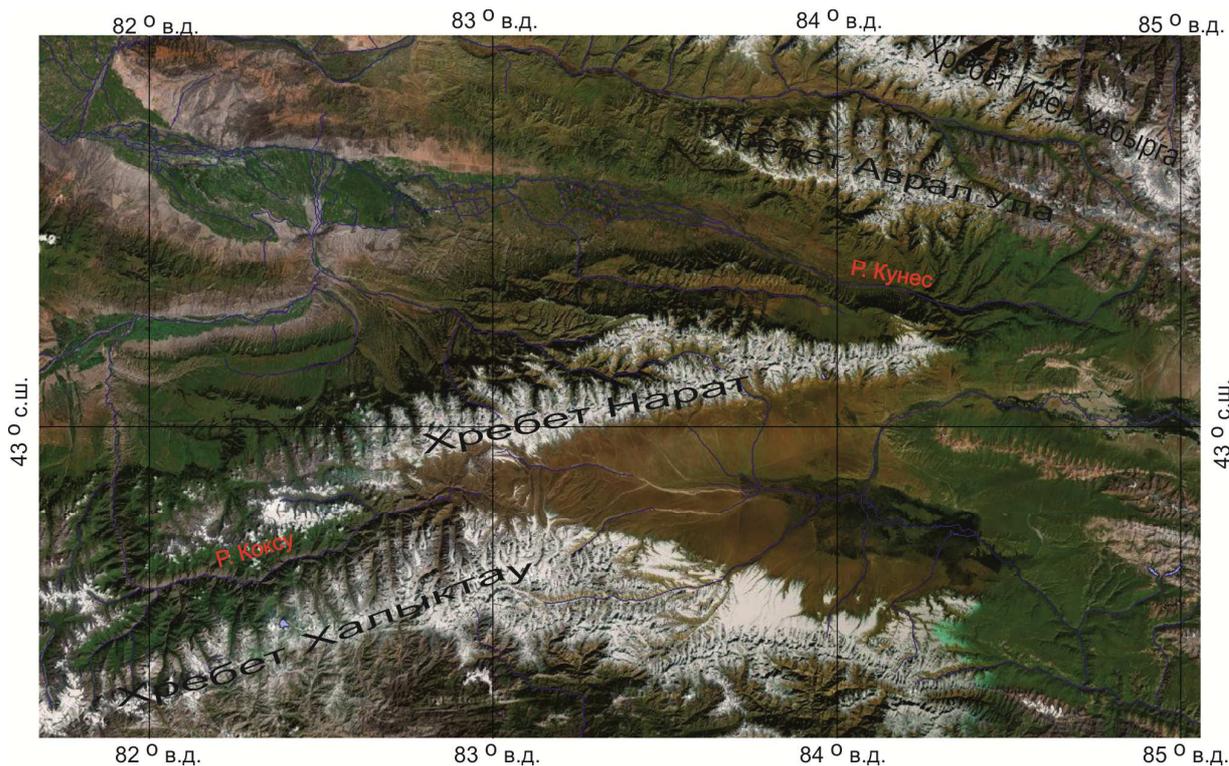


Рис. 1. Район исследования

составления каталога ледников бассейна р. Кюнес использованы космические снимки Landsat 7 ETM+ (2008, 2009, 2010, 2011 гг.) и ALOS (2006 г.). Наземное разрешение снимков ALOS составляет 10 м., для снимков Landsat 7 ETM+ – 30 метров. При использовании панхроматического слоя разрешение снимков Landsat 7 ETM+ увеличивается до 15 метров.

Для вычисления статистических характеристик рельефа и определения морфологических типов ледников использовались топографические карты и цифровые модели рельефа (ЦМР) ASTER GDEM (Global Digital Elevation Model). ASTER GDEM представлена в формате GeoTIFF в географической системе координат (широта/долгота) и разрешением 1 угловая секунда (приблизительно 30 метров) [8]. Система координат - WGS84. Для сравнения использовались данные китайского Каталога ледников, составленного по материалам аэрофотосъемки 1962/63 гг. [9].

Построение контуров ледников выполнено вручную по растровой подложке. Сопоставление контуров ледников за разные сроки наблюдений позволило установить наиболее точные границы ледников на момент съемки. Помимо картографирования границ ледников проведено также дешифрирование моренных комплексов, имеющих отчетливые дешифровочные признаки (светлый тон окраски, хорошую выраженность в рельефе).

Методика расчета объема ледников внутриконтинентальных ледниковых систем построена на зависимости между средней толщиной и площадью ледника [9]. В силу того, что определить площадь погребенного льда с высокой точностью не представляется возможным, полученные результаты расчета объема погребенного льда следует рассматривать как ориентировочные. В первом приближении объем погребенного льда у ледников вычисляется по зависимости между площадью открытого и погребенного льда с введением коэффициента перевода средней толщины открытой части ледника в толщину «мертвого» погребенного льда в соответствии с рекомендациями П.А. Черкасова [4]. Значения изменений площадей и объемов за исследуемый промежуток времени даны в первом приближении без учета не выявленных ранее и распавшихся ледников.

В бассейне р. Коксу по состоянию на 2011 г. насчитывается 823 ледника, в том числе 163 ледника, возможно ранее не учтенных, общей площадью 14,09 км². Большинство ранее не учтенных ледников имеют площадь менее 0,1 км², и, возможно, по этой причине не были включены в предыдущий каталог. Общая площадь оледенения по состоянию на 2011 г. составила 309,117 км², объем

ледников - 14,1463 км³. Площадь морен составляет 219,816 км², а объем погребенного льда 3,7962 км³. По каталогу оледенения на 1962-63 гг. [9] в этом же бассейне насчитывалось 623 ледника с общей площадью 421,58 км² и суммарным объемом 23,0837 км³. Таким образом, площадь оледенения за период с 1962/63 по 2011 гг. сократилась на 26,7 % (рис. 2), а объем на 38,7 %, несмотря на то, что количество ледников возросло. Это произошло вследствие того, что в процессе деградации крупные ледники распадаются на более мелкие, часто другого морфологического типа (как правило, в сторону упрощения) [5].

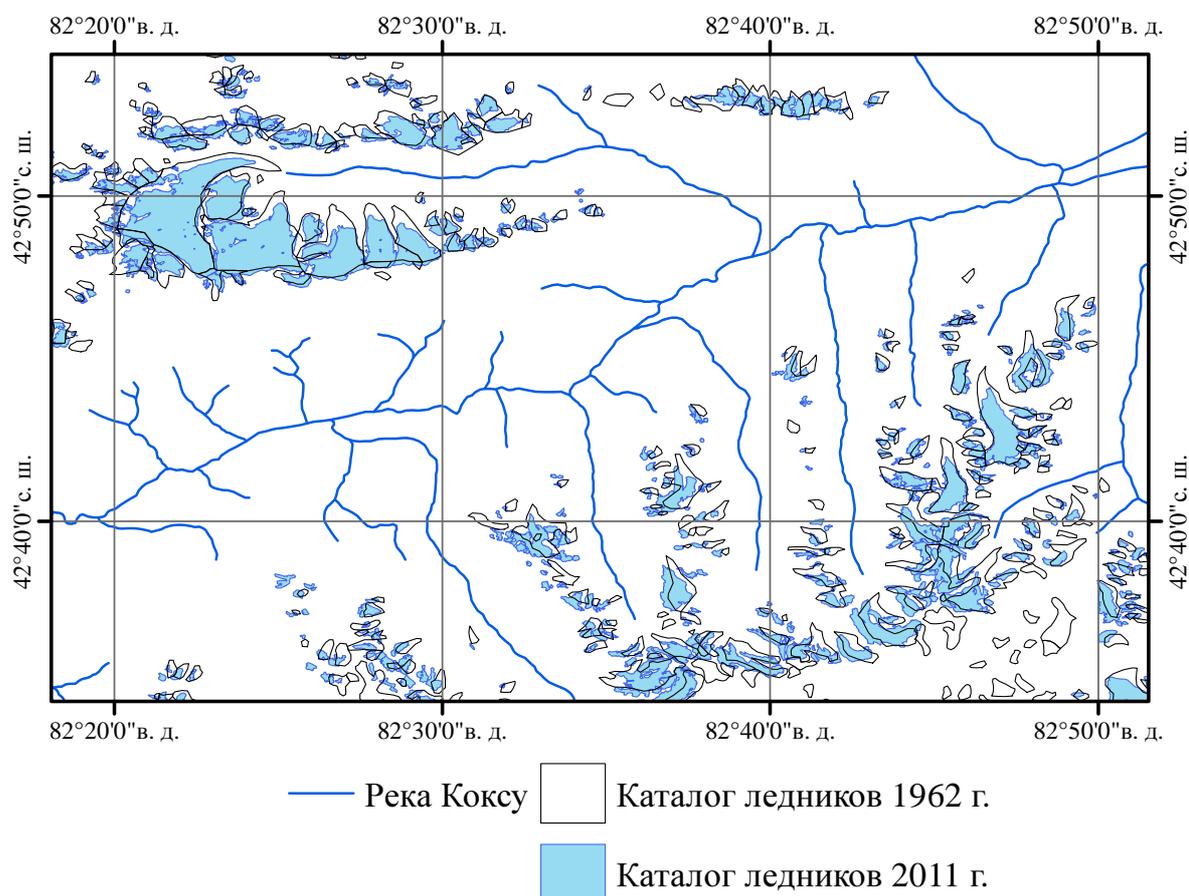


Рис. 2. Контуры некоторых исследуемых ледников

В бассейне р. Кюнес на момент проведения исследований насчитывалось 222 ледника, общей площадью 56,597 км². Так же было выявлено 5 ранее не учтенных ледников, площадью 0,24 км². Объем оледенения всего бассейна составил 1,7650 км³. Площадь морены составляет 60,4 км², а ее объем погребенного льда 1 км³. Для сравнения, в предыдущем каталоге в бассейне р. Кюнес насчитывалось 250 ледников, общей площадью 96,68 км² и объемом 3,4491 км³. Таким образом, площадь оледенения за рассматриваемый период сократилась на 41 %, а объем на 49 % (рис. 2).

Большую часть площади оледенения обеих рек занимают ледники площадью меньше 0,5 км² (рис. 3). В бассейне р. Коксу значительную часть от общей площади так же занимают ледники площадью 2-5 км². В бассейне р. Кюнес крупных ледников площадью свыше 5 км² нет. Средняя площадь ледников составляет для бассейна р. Коксу 0,367 км², а в бассейне р. Кюнес - 0,255 км².

Согласно классификации [10] горные ледники делятся на следующие морфологические типы: висячий, карово-висячий, присклоновый, каровый, карово-долинный, простой долинный, сложный долинный и т.д. Экспозиция ледника определяется в соответствии с направлением, к которому обращена его поверхность, и дается по восьми румбам - С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ.

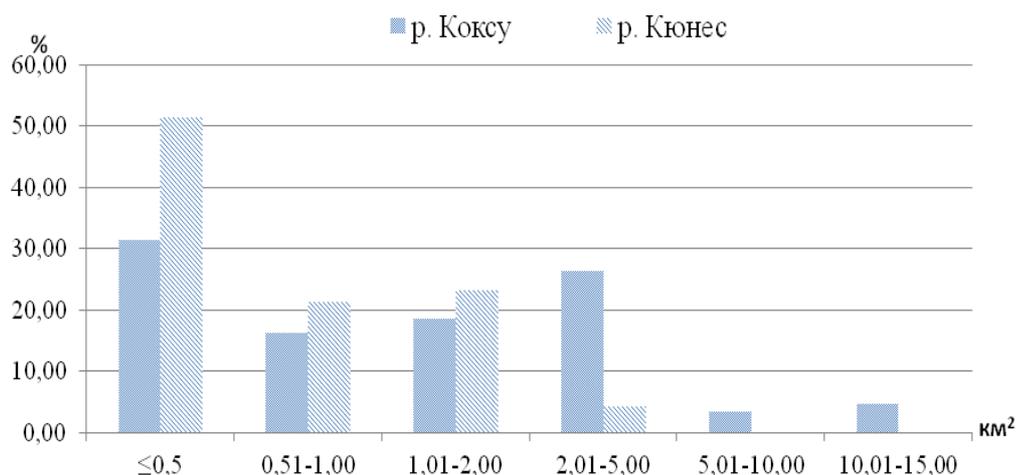


Рис. 3. Распределения площади оледенения в зависимости от размеров ледников.

Как видно из рисунка 4, в бассейнах обеих рек преобладают всеячие каровые ледники. В градацию каровые включены каровые, склоновые и присклоновые ледники, но склоновых и присклоновых в бассейне р. Коксу насчитывается всего 4, а в бассейне р. Кюнес лишь 2 склоновых ледника. В бассейне р. Кюнес долинные ледники отсутствуют, это может быть связано с меньшей высотой хребтов в этом бассейне. Так, среднее значение верхней границы ледников в бассейне р. Коксу составляет 4130 м., а в бассейне р. Кюнес – 3890 м. По морфологическим типам ледников их площади для бассейна р. Коксу и р. Кюнес распределяются следующим образом: всеячие – 24,8 % и 33,3% соответственно; карово-всеячие – 8,8 и 10,1%; каровые – 19,2 и 45,8 %; карово-долинные – 17,6 и 10,7 %; долинные в бассейне р. Коксу занимают 5,9 % от общей площади оледенения.

С 19622 по 2011 гг. в бассейне р. Коксу сильнее всего уменьшились по площади каровые, карово-долинные и долинные ледники – 37,6 %, 41,2 %, 29,5 % соответственно. У всеячих ледников наблюдается увеличение площади оледенения за счет ранее не учтенных и распавшихся, но при этом общий объем всеячих ледников все-таки сократился на 1,1 % за счет уменьшения средней площади ледников. В бассейне р. Кюнес наибольшей деградации по площади подверглись всеячие (47,5 %), каровые (40,8 %) и карово-всеячие (31,1 %) ледники. Наименьшее изменение площади наблюдается у карово-долинных ледников (17,9 %).

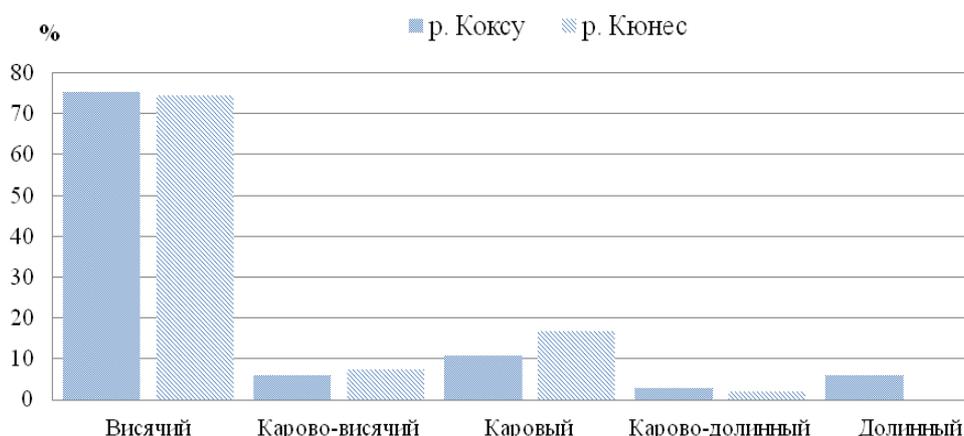


Рис. 4. Распределение ледников по морфологическим типам

Распределение количества ледников в бассейнах р. Коксу (числитель) и р. Кюнес (знаменатель) по экспозициям и морфологическим типам

Морфологический тип	Экспозиция								Всего
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
Висячий	126/64	161/38	48/8	27/8	19/2	33/3	77/7	127/35	618/165
Карово-висячий	13/9	8/3	1/0	3/1	-	-	5/0	17/3	47/16
Каровый	34/15	16/10	5/0	4/2	1/0	1/4	8/1	18/5	87/37
Карово-долинный	12/2	2/0	1/1	-	-	-	1/0	6/1	22/4
Долинный	29/0	2/0	1/0	-	-	1/0	1/0	15/0	49/0
Всего	214/90	189/51	56/9	34/11	20/2	35/7	92/8	183/44	823/222

Как видно из табл.1 большинство ледников имеют северную ориентацию. Площади ледников по экспозициям в бассейне р. Коксу (в процентном отношении к общей площади открытой части ледников) распределяются следующим образом: С – 48,4 %; СВ – 12,3 %; В – 3,6 %; ЮВ – 2,2 %; Ю – 1,2 %; ЮЗ – 1,7 %; З – 7,1 %; СЗ – 23,6 %. В соответствии с рис. 5 наибольшее сокращение площади зафиксировано у ледников, ориентированных на юго-запад 73 %. У ледников южной экспозиции выявлено увеличение площади при уменьшении объемов. Это связано с тем, что к ним относятся практически только висячие ледники, количество которых увеличилось при распаде крупных ледников и смене их экспозиции, а так же с уменьшением средней площади ледников этой экспозиции с 0,42 км² до 0,18 км². У ледников ЮВ и СЗ экспозиции наблюдается увеличение площади на 8,2 и 14,3 %, и объема на 2,2 и 8,2 % соответственно. Такое увеличение можно объяснить наличием ранее не учтенных ледников, а так же увеличением площади у некоторых ледников данных экспозиций.

Ледники бассейна р. Кюнес так же имеют преимущественно ориентацию северной четверти (таблица 1, рис. 5). Ледники северной экспозиции занимают 45,9 % площади от общей площади оледенения, СВ – 22,7 %, В – 6,2 %, ЮВ – 3,3 %, Ю – 0,1 %; ЮЗ – 5,0 %, З – 2,3 %, СЗ – 14,5 %. Распределение объемов аналогично распределению площадей. Наибольшие значения сокращения площади и объема за рассматриваемый период наблюдаются у ледников южной (93,2 и 99,8 %) и западной экспозиции (80,3 и 88,5 %), но стоит отметить, что количество ледников этих экспозиций небольшое - 2 и 8 соответственно. Таким образом, исчезновение даже нескольких ледников приводит к сильному сокращению общей площади оледенения данных экспозиций. Наименьшая деградация оледенения наблюдается у ледников ориентированных на ЮЗ. Это объясняется сложными геоморфологическими условиями расположения ледников.

За исследуемый период в бассейне р. Коксу распалось 75 ледников площадью 149,09 км² на 190 более мелких ледников площадью 99,457 км². Сокращение площади после

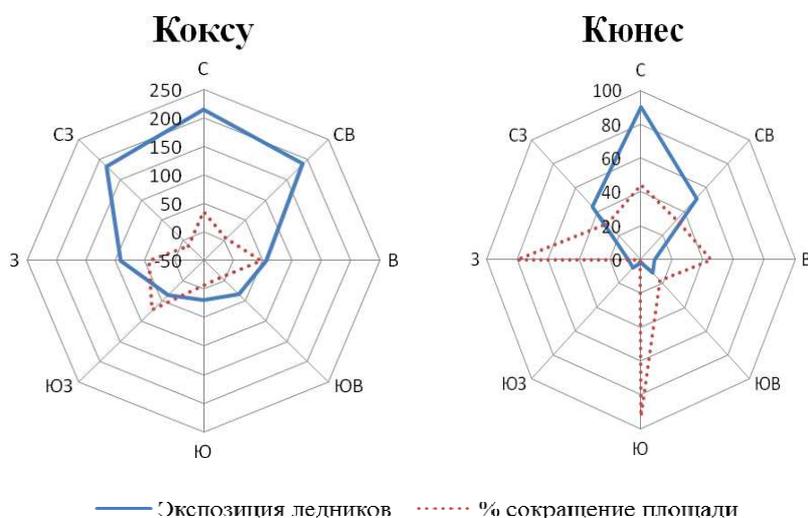


Рис. 5. Распределение и изменение площади ледников по экспозициям

распада составило 33 %, а объема 52,6 %. Наибольшему распаду подверглись карово-долинные и долинные ледники. Из 10 карово-долинных ледников образовалось 29 ледников различных других морфологических типов, а из 19 долинных - 62 ледника. При этом наибольшие потери по площади и объему при распаде выявлены у висяче-каровых (50,5 и 73,6 %) и каровых ледников (38,9 и 58,7 %). По экспозициям наибольшему распаду подверглись ледники обращенные на С, СВ, ЮЗ, З, СЗ. Сокращение площади при распаде у ледников С экспозиции составило 31,7 %; СВ – 29,1 %; В – 68,6 %; ЮВ – 55 %; Ю – 37,8%; ЮЗ – 33,4 %; З – 39,9 %; СЗ – 27,5 %. Сильное сокращение площади при распаде ледников ЮВ экспозиции объясняется тем, что эту группу ледников составляют в большинстве случаев (2 из 3-х) долинные ледники, сильно сократившиеся при распаде.

В бассейне р. Кюнес за период с 1962/63 по 2011 гг. 25 ледников распалось на 53 ледника. Площадь оледенения этих ледников сократилась на 32,8 % - с 25,54 км² до 17,175 км², при этом объем оледенения сократился на 51,2 %. Наибольшему распаду подверглись висячие ледники (из 8 образовалось 16 ледников) и каровые (из 14 образовался 31 ледник). Сокращение площади составило для висячих 36,4 %, для висяче-каровых 19 %, для каровых 37,4 %, для карово-долинных 8,2 %. По экспозициям сильному распаду подверглись ледники обращенные на С, СВ, и СЗ. Сокращение площади при распаде составило для С экспозиции 23,4 %, для СВ – 33,3 %, для ЮВ – 49,9 %, для З – 46,5 %, для СЗ – 43,3 %. Большое значение деградации ледников ЮВ экспозиции объясняется тем, что с этой экспозицией распался лишь один ледник висячего типа, площадь которого сократилась практически вдвое. В числе распавшихся ледников З и СЗ экспозиции большое количество каровых ледников.

В сравнении с каталогом [9] в бассейне р. Коксу полностью исчезло 80 ледников общей площадью 11,99 км², а в бассейне р. Кюнес - 61 ледник, общей площадью 9,75 км². Большинство исчезнувших ледников по морфологическому типу относились к висячим и располагались на склонах северной, северо-восточной и северо-западной экспозиции.

Таким образом, площадь открытой части ледников в бассейнах рек Коксу и Кюнес за период с 1962/63 по 2011 гг. сократилась на 27 и 41 % соответственно. Темпы деградации оледенения составили 0,56 и 0,85 % в год по площади открытой части ледников и 0,81 и 0,99 % в год по объему льда соответственно. В близком к бассейну р. Коксу бассейне р. Текес за этот же период темп сокращения площади ледников составил 0,67 % в год, а объема – 0,96 % в год [11], что хорошо согласуется с рассматриваемыми бассейнами. Так же, средние темпы деградации оледенения северного склона Иле Алатау за близкий по продолжительности период (1955 – 2006 гг.) составили около 0,8% в год по площади ледников и около 1% в год по объему льда [1-3,5]. Это дает основание полагать, что темпы деградации всего региона одинаковы и синхронны.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Severskiy I.* Current and projected changes of glaciation in Central Asia and their problem impact on water resources // Assessment of Snow, Glacier and Water Resources in Asia, Heft 8, 2009. Pp. 99-111.
2. *Kotlyakov V.M., Severskiy I.V.* Glaciers of Central Asia: current situation, changes and possible impact on water resources // Assessment of Snow, Glacier and Water Resources in Asia, Heft 8, 2009. Pp. 160-177.
3. *Severskiy I.V., Kokarev A.L., Severskiy S.I., et al.* Contemporary and prognostic changes of glaciation in Balkhash Lake basin. Almaty, 2006. 68 p.
4. Современное экологическое состояние бассейна озера Балхаш /Под редакцией Т.К. Кудекова. Алматы, 2002. – 388 с.
5. *Кокарев А.Л., Шестерова И.Н.* Изменение ледниковых систем северного склона Заилийского Алатау во второй половине XX и начале XXI вв. // Лед и снег. 2011. № 4 (116). С. 39-46.
6. *Северский И.В., Шестерова И.Н.* Влияние деградации горного оледенения на гидрологический режим и водные ресурсы. // Вопросы географии и геоэкологии. ; 4, 2001.-С. 9-16.
7. *Власова Т.В.* Физическая география материков. Москва.: Просвещение, 1976. 464 с.
8. *Kääb, A., Huggel, C., Paul F., e.a.* Glacier Monitoring from ASTER Imagery: Accuracy and Applications // EARSeL Proceedings. 2002. No. 2, p. 43- 53.
9. Glacier inventory of China. III. Tianshan mountains (Ili river drainage basin). Science Press. 1986. 146 p.
10. Руководство по составлению Каталога ледников СССР. Л.: Гидрометеоздат, 1966. 154 с.
11. *Козутенко Л.В., Уманова З.С.* Оценка деградации оледенения бассейнов рек Текес и Кокеу по данным космического мониторинга // Сборник докладов IV Международный научно-практической конф. «Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях». Москва, Россия (26-29 июня 2012 г.). Москва, 2012. – С. 133-135 с.

КАМЕННЫЕ ГЛЕТЧЕРЫ ЮЖНОГО ЖЕТЫСУ (ДЖУНГАРСКОГО) АЛАТАУ

А.П.ГОРБУНОВ

Гл. научный сотрудник, д. г. н., профессор (Институт географии МОН РК)

Тұңғыш рет Алатау Оңтүстік Жетісуінің белсенді, белсенді емес және ежелгі тас көшкін мұздарының географиясы, морфологиясы және генезисі қаралып шықты. Қазіргі және ежелгі топырақ көшкін мұздары айқындалып сипатталған. Шамамен барлығы 500 шақты тас және топырақ көшкін мұздар анықталған.

Впервые рассмотрена география, морфология и генезис активных, неактивных и древних каменных глетчеров в Южном Жетысу Алатау. Выявлены и охарактеризованы современные и древние земляные глетчеры. Всего зафиксировано около 500 каменных и земляных глетчеров.

There is the analys of satellite imagery of Google Earth revealed the active, inactive, fossil rock and earthen glaciers in South Jetyssu Alatau Mountains. The total number of them about 500.

Жетысу Алатау в одних публикациях рассматривается как часть Тянь-Шаня, в других – как самостоятельная система. Мы склонны придерживаться второй точки зрения.

Жетысу Алатау располагается на территории двух стран – Китая и Казахстана. Большая его часть находится в Казахстане. В пределах Китая Жетысу Алатау простирается примерно до 81 в. д., т. е. до озера Сайрам-нур, где хребет Борохоро соединяет его с Восточным Тянь-Шанем.

Рассматриваемую горную систему предлагаем условно разделить на Северный и Южный Жетысу Алатау. Такое членение горных систем по сторонам света и по местоположению широко практикуется. Например, Тянь-Шань разделяется на Северный, Западный, Восточный, Внутренний и Центральный. Иногда в нем выделяется и Южный. Памир обычно разделяют на Западный и Восточный.

В Северный Жетысу Алатау входит основной хребет горной страны. Иногда его неофициально именуют Северным или Центральным. Логичнее его называть Главным хребтом. Он самый длинный и самый высокий. Хребет субширотно протягивается на 260 км, достигая наивысшей отметки 4622 м. Наиболее значимые его отроги – Кунгей и Тастау.

В Южный Жетысу Алатау включены хребты Токсанбай и Беджинтау со многими отрогами. Здесь в горном массиве Музтау находится высочайшая вершина Южного Жетысу Алатау - 4370 м. Сюда же следует отнести хребет Тышкантау и обособленные относительно невысокие горы Кояндытау, Суат и хребет Алтынэмель с низкогорными отрогами

Естественный раздел между Северным и Южным Жетысу Алатау проходит по субширотным долинам Коксу и Боротала. На западе эта граница находится под 44°45', а на востоке – под 44°53' с. ш. На водоразделе упомянутых двух рек высокогорная перемычка Конгор-обо объединяет Северный и Южный Жетысу в единую горную систему.

Восточная часть Южного Жетысу Алатау располагается в пределах Китая, Каменные глетчеры здесь размещаются в бассейнах правых притоков реки Или, озера Сайрам - нур и на большей части территории бассейна реки Боротала.

Западная часть рассматриваемого региона охватывает территорию правых притоков Или, бассейны рек Каратала, Аксу, Лепсы, Тентека, Ыргайты и Тастау. Она целиком размещается на территории Казахстана.

Перед переходом к обозрению каменных глетчеров следует заметить, что общие сведения о них неоднократно рассматривались в предыдущих публикациях [1,2], поэтому здесь нет надобности повторяться. Заметим только, что всестороннее изучение каменных глетчеров необходимо и в теоретическом, и в практическом аспектах. Известно, что в них сосредоточены большие запасы пресных вод в виде льда. В некоторых, хотя и редких случаях, объемы этих льдов сопоставимы с таковыми ледников. Изучение эволюции каменных глетчеров раскрывает некоторые особенности оледенения в регрессивные стадии его развития. Иногда, но, крайне редко, каменные глетчеры

негативно воздействуют на различные инженерные объекты. В последнее время, в связи с расширением горнорудных работ, появилась необходимость познание механизма формирования техногенных каменных глетчеров, развитие которых может приводить к непредсказуемым и опасным явлениям.

Все сказанное определяет необходимость всестороннего изучения этих динамичных природных систем. Предлагаемые материалы, как и прежние публикации такого рода, призваны положить начало детальному исследованию каменных и земляных глетчеров Центральной Азии.

Бассейны правых притоков реки Боротала. Река Боротала несет свои воды в бессточное соленое озеро Эби-нур. Пространство с каменными глетчерами находится по правому борту речной долины, между $45^{\circ}01' - 44^{\circ}41'$ с. ш. и $79^{\circ}55' - 80^{\circ}51'$ в. д. Притоки Бороталы питаются в основном за счет ледников хребта Беджинтау.

Всего выявлено 84 каменных глетчеров. Среди них активных порядка 50, древних 11, предосыпных валов 3. Остальные – неактивные разновидности.

Отмечено пять комплексов активных и древних каменных глетчеров. Комплексы образованы скоплением нескольких каменных глетчеров, которые сложно сочетаются между собой: перекрывают друг друга или, соединяясь воедино, формируют сложную систему (см. рис.)

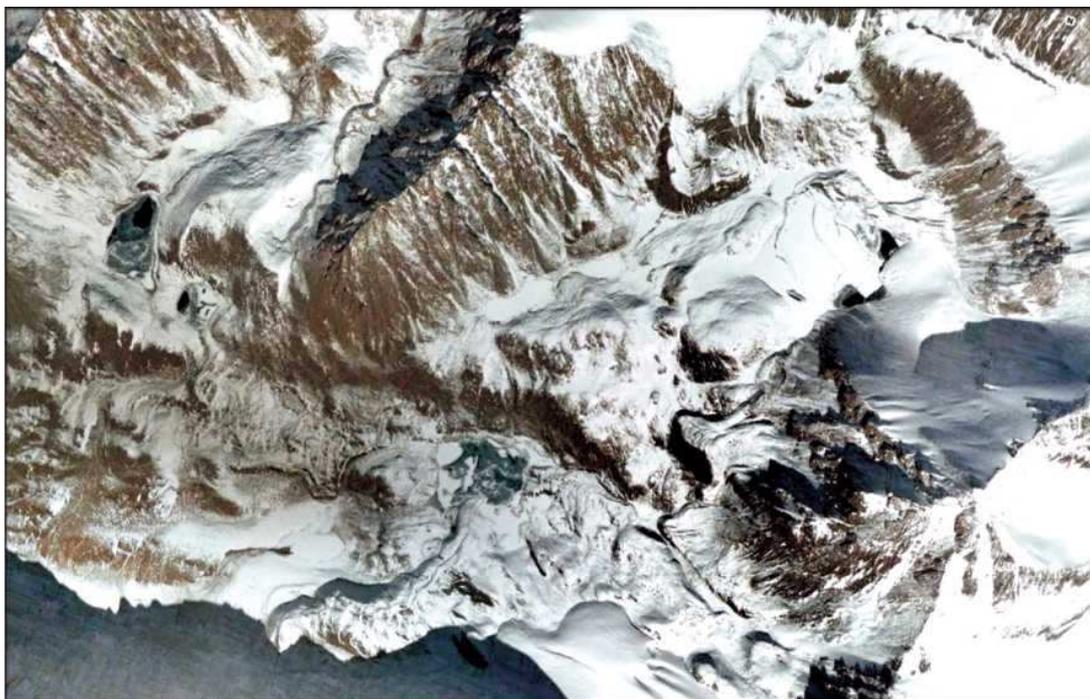
В рассматриваемом регионе обнаружено пять земляных глетчеров. Такого рода образования охарактеризованы в одной из недавних публикаций [3]

Каменные глетчеры размещаются на высотах 3800 – 2800 м. Древние спускаются до 2500 м. Один из них - самый крупный достигает в длину 4500 м. Длина активных и неактивных каменных глетчеров варьирует от 200 до 3000 м. Но большая часть имеет длину около 1000 м, несколько меньше или несколько больше.

Преобладает осыпное питание каменных глетчеров, ледниковое несколько реже.

Экспозиция преимущественно северная, но у 13 она южная.

Бассейн озера Сайрам-нур. Каменные глетчеры сосредоточены в горном массиве Сарычеку (Сарышоку), который находится в 20 км к северо-западу от Сайрам-нура. Максимальная высота гор порядка 4200 м. В них размещаются не крупные ледники, которые питают небольшие речки, как правило, не достигающие озера. Территория с каменными глетчерами охватывает пространство между $44^{\circ}42' - 44^{\circ}38'$ с. ш. и $80^{\circ}42' - 80^{\circ}53'$ в. д.



Комплекс каменных глетчеров в бассейне Хоргоса (Коргаса)

Всего выявлено 9 каменных глетчеров. Семь находятся в активном состоянии. Один из них представлен крупным предосыпным валом, который при средней ширине 100 м протягивается по простиранию подножья склона на 600 м.

Длина каменных глетчеров варьирует от 600 до 1200 м. Самый крупный из активных образований простирается на 1200 м, из неактивных – на 1100 м. Каменные глетчеры размещаются в интервале абсолютных высот 3650 – 3220 м. Около половины из них приурочена к склонам и днищам долин восточной ориентации

Источниками питания у четырех каменных глетчеров являются осыпи, у трех – ледники, у двух оно ледниково-осыпное. Не исключено, что среди рассмотренных образований одно представлено земляным глетчером, длина которого 600 м. Он приурочен к долине с южной экспозицией. Находится в интервале высот 3600 – 3430 м.

Бассейны правых притоков р. Иле. Бассейны рек Четаксай и Кегень целиком приурочены к оледенелым Хоргосским (Коргасским) горам, которые поднимаются до 4264 м. Истоки ряда левых притоков реки Хоргос (Коргас) также находятся в этих горах.

В бассейне Четаксай, между $44^{\circ}36' - 44^{\circ}31'$ с. ш. и $80^{\circ}31' - 80^{\circ}37'$ в.д., выявлено 21 каменный глетчер, из них 18 – активные.

Характерны два комплекса. Один состоит из трех, другой из пяти активных каменных глетчеров. Они размещаются в интервале абсолютных высот 3500 – 3250 м. Обнаружены три неактивные и одна древняя разновидности каменных глетчеров. Отмечены активные двухступенчатые каменные глетчеры.

Предполагается один земляной глетчер на склоне восточной экспозиции.

Каменные глетчеры размещаются в интервале высот 3750 – 3000 м. Только древний спускается до 2950 м. Он и самый длинный – 2900 м, частично перекрыт двумя активными каменными глетчерами. Длина активных и неактивных каменных глетчеров варьирует от 500 до 2000 м.

Преобладает восточная и северная пространственная ориентация склонов и днищ долин с каменными глетчерами. Только в трех случаях отмечена юго-восточная и южная экспозиция.

Большая их часть имеет смешанное ледниково-осыпное питание.

В бассейне реки Кегень, между $44^{\circ}34' - 44^{\circ}31'$ с. ш. и $80^{\circ}26' - 80^{\circ}33'$ в. д, зафиксировано 25 каменных глетчеров, из которых 14 активные. Отмечен весьма крупный активный трехступенчатый каменный глетчер. Его общая длина 2600 м, размещается он в интервале высот 3500 – 3170 м. Древние разновидности не обнаружены. Отмечен активный предосыпной вал шириной около 200 м и длиной 700 м. Он размещается между изогипсами 3400 – 3230 м.

Длина каменных глетчеров варьирует от 150 до 2500 м.

Активные и неактивные их разновидности в рассматриваемом регионе занимают высотный интервал 3700 – 3050 м.

Преобладает северная и восточная пространственная ориентация, относительно часто встречается южная, западная – редка.

Источники питания, как правило, осыпи, реже смешанное – ледниково-осыпное.

Бассейн реки Хоргос (Коргас). Восточная его часть находится в Китае, западная – в Казахстане. Здесь сосредоточена значительная часть каменных глетчеров бассейна реки Или.

Каменные глетчеры восточной части бассейна Хоргоса распространены на территории между $44^{\circ}49' - 44^{\circ}32'$ с. ш. и $80^{\circ}13' - 80^{\circ}38'$ в. д. В основном они приурочены к Хоргосским горам. В них и других соседних массивах распространены ледники (рис.1).

В этой части бассейна Хоргоса удалось выявить 39 каменных глетчеров. Среди них 18, включая три предосыпных вала, находятся в активном состоянии. Остальные 21 представлены неактивными формами. Древние их разновидности не обнаружены. Обращают на себя внимание два комплекса, один из них состоит из девяти активных, а другой – их восьми неактивных каменных глетчеров. Крупные предосыпные валы протягивается по простиранию подножий склонов на 700 – 740 м. при ширине 200 – 300 м

Длины активных каменных глетчеров варьируют от 200 м до 2000 м, а неактивных – от 500 м до 1300 м.

Все каменные глетчеры размещаются между 2850 и 3650 м над ур.м.

Экспозиция их северная, отмечен лишь один случай южной пространственной ориентации.

Превалирует смешанное, т.е. ледниково-осыпное, питание каменных глетчеров, реже встречается осыпное, еще реже – ледниковое

Таким образом, в китайской части Южного Жетысу Алатау выявлены все разновидности каменных глетчеров. Всего их 178, но, скорее, несколько более 200.

В западной части Хоргосского бассейна, которая находится на территории Казахстана, каменные глетчеры размещаются между $44^{\circ}47' - 44^{\circ}31'$ с. ш. и $80^{\circ}01' - 80^{\circ}21'$ в. д., в районе гор: Хоргосских, Каскабулакских, Уртаксарытау, Кичик-Казантау, Музтау, Суршоки, Кабылтау. В них широко распространены ледники.

Всего выявлено 55 каменных глетчеров, среди которых 28 активных.

Обнаружены два комплекса, каждый из них состоит из пяти активных каменных глетчеров. Отмечены два крупных предосыпных вала. Зафиксирован один древний каменный глетчер. Неактивные разновидности иногда формируют цепочки из небольших образований такого рода. Длина активных каменных глетчеров варьирует от 550 до 3200 м, неактивных – от 250 до 1000 м, предосыпные валы при ширине 150 – 200 м протягиваются в длину на 2300 – 2400 м. Предполагается один земляной глетчер, который в интервале высот 3 345– 3200 м протягивается на 1200 м.

Все каменные глетчеры, включающие предосыпные валы, размещаются в диапазоне абсолютных высот 2700 – 3700 м. Преобладает северная и близкая к ней пространственная ориентация. Реже встречается восточная и западная, отмечены два случая юго-восточной экспозиции.

Источники питания каменных глетчеров, как правило, осыпные или ледниково-осыпные.

Особенно благоприятные условия для формирования каменных глетчеров отмечены в пределах горного массива Музтау.

Таким образом, в бассейне Хоргоса на территории Китая и Казахстана выявлено 94 каменных глетчеров. Уверенно можно предположить, что их несколько больше, т.к. по ряду обстоятельств не все они учтены.

Бассейн р. Чижин. Здесь каменные глетчеры распространены на небольшой территории в массиве Музтау между $44^{\circ}30' - 44^{\circ}32'$ с. ш. и $80^{\circ}13' - 80^{\circ}16'$ в. д.

Выявлено 16 каменных глетчеров, из которых 8 находятся в активном состоянии. Древние разновидности и предосыпные валы не обнаружены. Отмечен один двухступенчатый активный каменный глетчер.

Длина активных каменных глетчеров от 800 до 1800 м, неактивных – от 200 до 1100 м.

Активные разновидности размещаются на высотах от 2800 до 3700 м, неактивные – от 2550 до 3400 м.

Как правило, их экспозиция западная, восточная редка, северная отсутствует, но необычно много южной и близкой к ней - 6 случаев.

Питание преимущественно осыпное и ледниково-осыпное.

Бассейн р. Тышкан. Каменные глетчеры размещаются между $44^{\circ}30' - 44^{\circ}36'$ с. ш. и $80^{\circ}08' - 80^{\circ}13'$ в. д., в горах Музтау и Тышкан.

Выявлено 15 каменных глетчеров, большая их часть, 11, находятся в активном режиме, остальные – неактивные. Все они крупные: длина варьирует от 500 до 2300 м., чаще превышает 900 м. Отмечен двухступенчатый каменный глетчер и предположительно один земляной глетчер.

Размещаются эти формы рельефа на высотах между 2750 и 3600 м.

Необычно много, одна треть, имеют южную экспозицию.

Основные источники питания - осыпи и ледниковые морены.

Отмечен случай расчленения ледником активного каменного глетчера.

Бассейн р. Большой Усек. Каменные глетчеры распространены на территории между $44^{\circ}34' - 44^{\circ}41'$ с. ш. и $79^{\circ}59' - 80^{\circ}09'$ в.д., в оледенелом хребте Тышкантау и в горных массивах с высотными отметками 4098 м и 4062 м.

Выявлено 25 каменных глетчеров, среди которых 16 активных. Примечательны два комплекса этих образований. Один состоит из четырех, другой – из трех активных каменных глетчеров. Обнаружены три предосыпные вала. Самый крупный при средней ширине 250 м протягивается вдоль подножья склона на 3300 м.

Длина активных каменных глетчеров варьирует от 100 до 3000 м, неактивных – от 300 до 550 м.

Каменные глетчеры занимают высотный интервал 2700 – 3550 м.

Основные источники их питания – осыпи.

Часть рассмотренной территории заснежена, т. к. снимки были сделаны в апреле 2009 г. Поэтому далеко не все каменные глетчеры выявлены.

Бассейн р. Средний Усек. Каменные глетчеры занимают пространство между $44^{\circ}46'$ - $44^{\circ}36'$ с. ш. и $79^{\circ}43'$ – $79^{\circ}56'$ в.д. В горах Токсанбай в массивах с высотными отметками 4062, 3991 и 3834 м. распространены ледники

Отмечено 30 каменных глетчеров, из них – 29 активных. Длина от 200 до 2000 м.

Интервал их размещения 2900 – 3600 м. Экспозиция в основном северная, восточная (2) и западная (2), южная (3).

Отмечены три комплекса: два состоят из 5, один - из 6 каменных глетчеров. Зафиксировано три предосыпные вала. Самый крупный при средней ширине 300 м протягивается вдоль подножья склона на 4400 м. Все они находятся в активном состоянии.

Основными источниками питания каменных глетчеров являются осыпи.

Бассейн р. Малый Усек. Каменные глетчеры занимают пространство между $44^{\circ}40'$ – $44^{\circ}34'$ с. ш. и $79^{\circ}26'$ – $79^{\circ}46'$ в. д. Реки бассейна Малый Усек питают ледники Токсанбая и горного массива с высотной отметкой 3806 м, который обрамляет рассматриваемый регион с юга.

Выявлено 49 каменных глетчеров. Среди них 34 активных, 12 неактивных и три древних. В это число входят и три крупных земляных глетчера, длина которых 1800, 2100 и 2800 м. Они сосредоточены в долине Керегетаса, левого притока Малого Усека и приурочены к интервалу высот 3600 -2950 м и к склону южной экспозиции.

Все остальные разновидности каменных глетчеров занимают интервал между изогипсами 2670 – 3600 м. Их длина варьирует от 180 до 2400 м. Но обычно она порядка 500 – 900 м.

Пространственная ориентация каменных глетчеров, как правило, северная и близкая к ней, восточная характерна для 9, западная – для 6, южная и юго-западная – для 9.

Основное их питание осыпное, заметно реже – ледниково-осыпное.

Бассейн р. Борхудзир. Ледники здесь отсутствуют. Пять неактивных каменных глетчеров приурочено к левому борту долины. Они находятся между $44^{\circ}34'$ – $44^{\circ}33'$ с. ш. и $79^{\circ}33'$ – $79^{\circ}27'$ в.д. в интервале абсолютных высот 3100 – 3500 м. Их длина: от 600 до 1200 м.

Для них характерна южная или юго-восточная пространственная ориентация.

Осыпи – источники питания каменных глетчеров.

Последние, т. е. самые западные каменные глетчеры в бассейне Или, находятся в горах Суат, в верховье речки Каракол ($44^{\circ}26'$ с. ш. и $79^{\circ}24'$ в.д.). Речка иссекает на предгорной равнине, не доходя до Или. Пустой кар занимает комплекс из пяти малых неактивных каменных глетчеров. Он протягивается субширотно вдоль склона северной экспозиции на 900 м. Каменные глетчеры имеет осыпное питание, размещаясь между 3100 и 3250 м абсолютной высоты.

Бассейн р. Коктал, левого притока Коксу. Основная часть каменных глетчеров сосредоточена в долинах рек Коянды, Тайбуга и Сатылы – правых притоков Коктала. Они распространены между $44^{\circ}41'$ – $44^{\circ}37'$ с. ш. и $79^{\circ}08'$ – $79^{\circ}25'$ в. д. Всего их не менее 21. Среди них: активных - 9, неактивных - 9, древних - 3. В это общее число входят и пять земляных глетчеров. Отмечен один трехступенчатый и один двухступенчатый каменные глетчеры.

Высотный интервал размещения активных и неактивных разновидностей 2640 – 3400 м, древних – 2300 – 3200 м.

Длина их варьирует от 500 до 1500 м.

Экспозиции в основном северная – 10 и южная – 7. Источниками питания большей частью являются осыпи.

Меньшая часть каменных глетчеров в бассейне Коктала приурочена к долине Кескентерека и к гидросети Терсакана – левых притоков Коктала. Здесь же находится обособленные горные массивы Суат и Коянды.

В долине Кескентерек каменные глетчеры занимают пространство между $44^{\circ}36'$ – $44^{\circ}33'$ с. ш. и $79^{\circ}24'$ – $79^{\circ}25'$ в.д. Ледники редки. Здесь 6 активных, 3 неактивных и один древний. Размещаются они между изогипсами 3100 и 3450 м. Древний спускается до высотной отметки 2500 м.

Пространственная ориентация у шести каменных глетчеров южная, западная отмечена у трех, северная – только у одного. Источниками питания почти их всех являются осыпи.

Горы Суат и Коянды находятся на водоразделе Или и Коктала. Ледники здесь отсутствуют, т.к. высота гор чуть более 3400 м.

Каменные глетчеры прослежены с запада на восток от 79°01' до 79°25' в. д.

Они приурочены к пустым позднеплейстоценовым карам. Всего более или менее уверенно фиксируются 7 каменных глетчеров, из которых шесть активных и один древний. Длина первых от 120 до 1400 м. Они размещаются в интервале высот 3200 – 2800 м. Древний при длине 800 м спускается до 2750 м. У всех осыпное питание.

Один активный каменный глетчер находится на южном макросклоне хребта Суат в бассейне Или, что было отмечено выше.

Бассейны левых притоков р. Коксу. Каменные глетчеры приурочены к северному макросклону оледенелого хребта Токсанбай. Размещаются на территории между 44°52' – 44°40' с. ш. и 79°08' – 79°58' в. д. Отмечено три комплекса каменных глетчеров. В одном их 4, во втором - 5, в третьем - 7. У одного активного каменного глетчера при ширине 950 м. длина заметно меньшая – 800 м.

Выявлено активных каменных глетчеров 59, неактивных 15, древних 3. Всего их не менее 77. Размещаются в интервале абсолютных высот 2550 – 3500 м.

Примерно одна треть имеет длину более 1000 м, а у пяти она менее 500 м. Самый длинный протягивается на 2200 м.

Преобладает северная экспозиция, южная полностью отсутствует.

Питание каменных глетчеров преимущественно осыпное или ледниково-осыпное.

Итак, в Южном Жетысу насчитывается 477 каменных глетчеров, среди них 298 находятся в активном состоянии. Предполагается, что из-за заснеженности некоторых участков, локальной облачности и качества космических снимков как минимум 1-2 десятка каменных глетчеров не выявлены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов А.П. Каменные глетчеры Казахского Алтая // Вопросы географии и геоэкологии, № 4, 2011, с. 23-25.
2. Горбунов А. П., Горбунова И. А. География каменных глетчеров мира. М., КМК, 2010, 131 с.
3. Горбунов А.П. Каменные глетчеры и сходные образования Гиссаро – Алая // Вопросы географии и геоэкологии, № 1, 2012, с. 52 – 56

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЗЕР, ПОДПРУЖЕННЫХ ОПОЛЗНЯМИ И МОРЕНАМИ НА ЗАПАДНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ

**Г.Е. ГЛАЗЫРИН¹, И.В. СЕВЕРСКИЙ²,
ЮРГЕН ХЕРГЕТ³, Н.А. КАСАТКИН, В.П. КАПИЦА⁴.**

¹Д.г.н., проф. (Национальный университет Узбекистана, Ташкент)

² академик НАН РК, г.н.с. (Институт географии РК),

³д-р, проф. (Университет г. Бонна, Германия),

⁴ ведущий инженер (Институт географии РК)

⁵ вед инж. (Институт географии РК)

Таудағы көлдердің саны кейде болатын қуатты сел ағындарының көзі болып табылады, мұзбасудың қысқаруына байланысты соңғы жылдары ұлғаяда. Мұндай көлдерді дәстүрлі әдістермен жәі зерттеу мүмкін емес, сондықтан жанама әдістерден олардың режимі туралы мәліметтер алынады. Пскем өзенінің жоғары жағында орналасқан әртүрлі екі көлді зерттеудегі бұл мәселе шешімінің алдын ала жолдарын табуға мүмкіндік берді. Көлдердің және бөгеттердің астынан шығатын бұлақтардағы судың химия құрамы мен электр өткізгіштігін салыстыру және көл режимін математикалық үлгілеу нәтижелері бойынша алынған ондағы бөгеттердің химия желге қақтыруы туралы мәліметтер.

Число горных озер, иногда являющихся источниками мощных селевых потоков, увеличивается в последние годы в связи с сокращением оледенения. Исследовать такие озера традиционными методами часто невозможно и поэтому приходится получать данные об их режиме косвенными способами. Исследование двух озер разного происхождения, расположенных в верховьях р. Пскем, позволило найти предварительные пути решения этой проблемы. Данные о химическом выветривании их плотин были получены по результатам математического моделирования режима озер и сравнения электропроводности и химического состава воды в озерах и в родниках, выходящих из-под плотин.

The number of high mountainous lakes, which can be sources of powerful mud floods, increased during last year's due to drastic shrinkage of the glaciers. Investigation of such lakes by traditional methods is usually impossible. Than is why data on their regime can be found using indirect methods. Research of two lakes of different origins located in the Pskem River basin has allowed to find preliminary solution for the problem. Data on chemical weathering rates of their dams were derived from results of simulation of the lakes regime and comparison of the electrical conductivity and chemical composition of water in the lakes and springs below the dams.

Важнейшее направление прикладной гидрометеорологии – исследование и прогноз опасных природных явлений, приводящих к большим материальным потерям, а нередко и жертвам. К числу таких явлений относятся образование и прорывы временных горных озер, в результате которых вниз по течению рек формируются мощные паводки и селевые потоки. Выполненная ранее каталогизация показала, что в горах, окружающих территорию Узбекистана, имеется около трех с половиной сотен горных озер, из которых почти триста – подпруженные моренами [1]. Во время интенсивного таяния ледников и высокогорных снегов в июле-августе часть из них может прорываться. Учитывая большое число этих озер, труднодоступность и большую изменчивость, практически невозможно следить за режимом каждого из них. Однако сведения об их режиме очень важны для познания процессов, происходящих в плотинах и приводящих с прорывам, разработки в дальнейшем методов их прогнозов, основываясь на стандартной метеорологической и гидрологической информации. Для этой цели были выполнены исследования режима двух горных озер, расположенных в бассейне р. Пскем – притока р. Чирчик (бассейн р. Сырдарья, бассейн Аральского моря).

Первое озеро – Ихнач Верхнее расположено приблизительно в 120 км к северо-востоку от Ташкента, в бассейне относительно небольшого левого притока р. Пскем на высоте около 2.5 км (его координаты: N41° 54' 02'', E70° 33' 35''). Оно неоднократно посещалось исследовательскими группами, достаточно хорошо известно и изучено.

Площадь его зеркала при полном наполнении равна 0,33 км², объем – 4,8·10⁶ м³, длина – 1.52 км, средняя глубина – 14.5 м, максимальная глубина – 53 м. Площадь водосбора – 37.2 км². Питание озера происходит преимущественно талыми снеговыми и - в весенне-летний период - дождевыми водами. Отток из озера происходит, преимущественно, путем фильтрации через тело плотины. Лишь в период самого высокого стояния вод наблюдается перелив через порог стока в средней части плотины.

Дамбой, отделяющей оз. Ихнач Верхнее его от расположенного ниже оз. Ихнач Нижнее, служит нагромождение скальных обломков. Дамба полностью заполняет дно долины, имеет ширину около 500 м и длину вниз по долине около 400-500 м (рис. 1). Ее высота равна примерно 100 м. Дамба имеет заметный поперечный уклон. Левая часть дамбы опускается в оз. Ихнач Нижнее, плотина которого, судя по всему, сложена моренными отложениями.

По общему мнению [2, 3 и др.], дамба образовалась в результате обвала с левого борта долины (рис. 1). Летом 2005 г. мы провели специальное обследование, чтобы прояснить вопрос о геоморфологических процессах, происходивших в этом районе [4]. При этом были примерно рассчитаны объем дамбы и независимо – объем снесенного оползнем материала. Хорошее соответствие полученных величин ($8,9 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ и $7,8 \cdot 10^6 \text{ м}^3$) также свидетельствует об обвальном происхождении плотины. Однако ледники также участвовали в ее формировании.

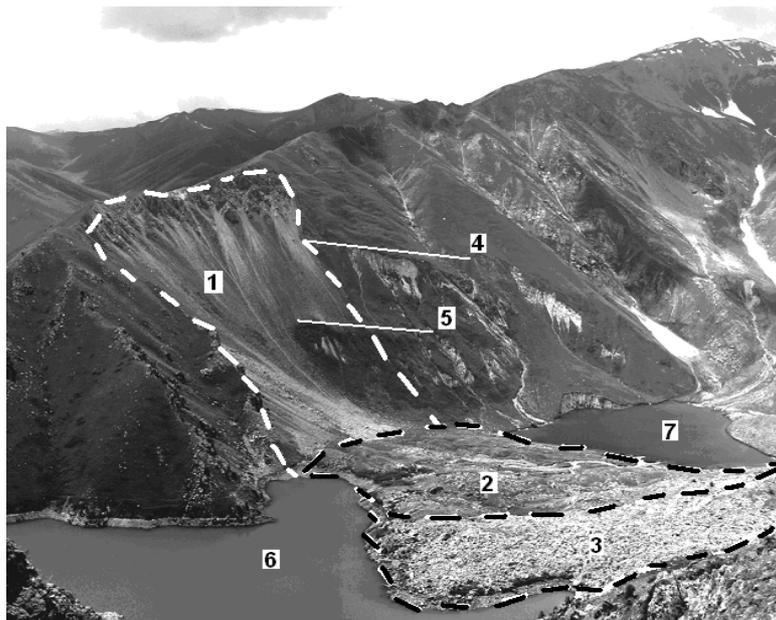


Рис. 1. Схема дамбы, подпруживающей оз. Ихнач Верхнее, (вид в южном направлении):

- 1 – участок склона, откуда произошел обвал; 2 – дамба, подпруживающая оз. Ихнач Верхнее (отложения обвала);
- 3 – поверхность дамбы, покрытая валунами; 4 – верхняя боковая стадияльная морена;
- 5 – нижняя боковая стадияльная морена; 6 – оз. Ихнач Верхнее; 7 – оз. Ихнач Нижнее.

Вдоль средней части завала находится разветвленная сеть русел потоков шириной до 10 и глубиной до 3 м, по которым вода из верхнего озера перетекает в нижнее. Поверхностный сток наблюдается лишь при практически полном наполнении верхнего озера. Хорошо окатанные галька и валуны диаметром до нескольких дециметров свидетельствуют о большой интенсивности флювиальных процессов. При падении уровня воды в озере на 3-4 м поверхностный переток исчезает, но продолжают действовать мощные ключи в средней части русла. При дальнейшем падении уровня вода в руслах исчезает полностью. Однако хорошо видимые воронки в верхнем озере и ключи, выходящие возле нижнего, озера свидетельствуют, что подповерхностный сток продолжается.

По мнению ряда исследователей [3], озеро прорывоопасно. Действительно, в период максимального наполнения происходит интенсивный размыв русла основного потока, сложенного в верхней части дамбы крупными глыбами.

Водный баланс озера. Одним из главных методов при изучении водных объектов, в том числе и озер, является метод водного баланса – гидрологическая версия закона сохранения массы.

Уравнение водного баланса любого озера имеет вид:

$$\frac{dW}{dt} = Q_{in}(t) + F(h) \cdot (x(t) - e(t)) - Q_{out}(t), \quad (1)$$

где $\frac{dW}{dt}$ - изменение объема озера; $Q_{in}(t)$ - приток воды в него, м³/с; $Q_{out}(t)$ - отток из озера, м³/с;

$F(h)$ - площадь поверхности озера при уровне h , м²; x –слой осадков на поверхность озера, e - слой испарения с поверхности озера, то и другое имеет размерность м/с.

Величины испарения с поверхности озера и количество осадков, выпавших на нее, обычно являются незначительными по сравнению с остальными компонентами водного баланса и, кроме того, они частично компенсируют друг друга.

Две остальные составляющие правой части уравнения (1) – приток в озеро и отток из него – на оз. Ихнач не измеряются. Именно это вынуждает использовать для их определения математическое моделирование. Ниже представлена стратегия их расчета.

Приток воды в озеро Q_{in} рассчитывается по математической модели формирования стока горной реки. Мы воспользовались одной из простейших, но хорошо обоснованных математических моделей формирования стока, предложенной Ю.М. Денисовым [5], которая, как и другие подобные модели, состоит из двух крупных и почти независимых блоков.

Первый блок позволяет на основе исходных метеорологических данных рассчитать количество воды, поступающей на поверхность бассейна в единицу времени. Оно складывается из жидких осадков и воды, поступившей в результате таяния сезонных снегов и ледников (в бассейне озера Ихнач ледники отсутствуют). Этот блок в виде промежуточного этапа требует также расчета изменения водности снежного покрова во времени и в пространстве (по высотным зонам), так как снежный покров перераспределяет во времени поступление влаги на водосбор.

Для расчета распределения среднесуточной температуры воздуха по высоте был использован меняющийся в течение года вертикальный температурный градиент, значение которого достигает максимума в летние месяцы, а минимума - в зимние.

Распределение осадков по высоте выражается зависимостью, которая очень сильно изменяется в течение года [5; 6]. Нами использованы параметры, найденные в результате обобщения многолетних данных осадкомерной сети, снегомерных маршрутов, маршрутов вертолетной гамма-съемки водности снежного покрова и метеорологических станций. Эта работа была выполнена М.И. Геткером, а материалы любезно предоставлены нам Н.А. Агальцевой.

Критическая средняя суточная температура, ниже которой осадки выпадают преимущественно в твердом виде, считалась зависящей от высоты местности [7].

Второй блок описывает трансформацию поступившей на поверхность бассейна талой и дождевой воды в гидрограф стока в замыкающем створе. Уравнение, положенное в основу линейной однообъемной модели трансформации, имеет вид:

$$\alpha \cdot \frac{dQ(t)}{dt} + Q(t) = \beta \cdot Qa(t),$$

где α - коэффициент, характеризующий скорость истощения водных ресурсов; β - коэффициент, который для достаточно больших промежутков времени называют "коэффициентом стока"; $Qa(t)$ – поступление воды на водосбор, м³/с; $Q(t)$ - сток через замыкающий створ, м³/с.

Параметры трансформации α и β берутся обычно постоянными для всего года. Однако учет их внутригодового изменения дает более точные результаты [5]. Эти параметры рассчитываются методом наименьших квадратов для каждого календарного месяца. Наши расчеты показали, что в первом приближении можно принимать, что вся поступающая на маленький водосбор озера вода попадает в озеро в те же сутки. Следовательно, блок трансформации можно не использовать.

Отток из озера осуществляется путем фильтрации сквозь тело плотины, зависящей от уровня воды в озере ($f(h)$) и переливом через ее гребень (Q_{over}) при превышении некоторого критического уровня воды в озере h_{over} . Иными словами:

$$Q_{om} = \begin{cases} f(h) & \text{if } h \leq h_{over} \\ f(h) + Q_{over} & \text{if } h > h_{over}. \end{cases}$$

Целью моделирования и является определение вида функции $f(h)$. Могут быть использованы различные ее формы, но нами была принята степенная функция, так как с увеличением уровня воды в озере фильтрация через плотину (отток из озера) возрастает резко нелинейно по ряду причин:

увеличение напора, увеличение фильтрующей площади, более рыхлые отложения в верхней части плотины.

Расчет поверхностного оттока Q_{over} также является функцией уровня воды в озере. В гидравлике хорошо известна формула расхода воды через водослив:

$$Q_{over} = \alpha \cdot S \sqrt{2g \cdot (h(t) - h_{over})},$$

где S – площадь живого сечения потока, текущего по прорану. По данным М.Д. Чертоусова [8], величина $\alpha\sqrt{2g}$ может быть принята для естественных водосливов равной 1.9. Следовательно,

$$Q_{over} = 1,9 \cdot S(h) \cdot \sqrt{h(t) - h_{over}}.$$

Как правило, для подобных русел (проранов) можно принять, что оно представляет собой параболу с заданными характеристиками [9]. Тогда, зная h_{over} , можно получить площадь сечения потока:

$$S(h) = \int_0^{h-h_{over}} b(h) \cdot dh,$$

Здесь $b(h)$ – ширина потока при уровне h . Все характеристики прорана должны быть определены в полевых условиях.

Отток воды из озера рассчитывался как остаточный член уравнения (1). Оптимизация параметров модели выполняется путем сопоставления истинных и измеренных уровней.

Исходная информация. Использованы средние суточные значения температуры воздуха и суточные суммы атмосферных осадков за 2002-2005 на метеорологической станции Пскем, расположенной недалеко от озера на высоте 1.27 км.

Важнейшим параметром во всех математических гидрологических моделях является вертикальный градиент температуры воздуха. С его помощью производится перерасчет температуры, а, следовательно, вида осадков и интенсивности таяния с опорной метеорологической станции на все высотные зоны в бассейне. Этот градиент, конечно, гораздо более устойчив, чем градиент атмосферных осадков, однако, все же меняется внутри года и от места к месту. Его средние месячные значения были рассчитаны по данным двух пар станций, расположенных в данном районе на разных высотах.

Следующим видом информации является данные об уровне воды в озере. В 2003-2004 для наблюдений за уровнем воды были организованы экспедиции. Они работали в летние периоды при максимальном наполнении озера в течение, примерно, полутора месяцев каждый год.

Однако, только этих данных было недостаточно для верификации модели, так как необходимо было рассчитать и сопоставить с истинным ход уровней за все сезоны. Поэтому в осенний и весенний периоды были выполнены авиадесантные измерения уровней на этих озерах с вертолета. Эти полеты позволили получить очень важную информацию для моделирования режима озер. Оказалось, что озеро зимой не опорожняется до конца, и максимальное падение уровня составляет примерно 20 м. Это сразу улучшило результаты моделирования, так как в противном случае «не хватало расчетной воды», чтобы вовремя «наполнить» озеро. Во-вторых, удалось измерить уровень ранней весной и поздней осенью, когда его падение было значительным. Эти точки хорошо видны на рис. 2. В-третьих, оказалось, что нет четкой границы между переливом воды и фильтрацией, так как в понижениях плотины имеется наброска из крупных камней, и при больших уровнях фильтрация между ними происходит с большой скоростью. Это позволило не включать в расчет блок для вычисления перелива, а ограничиться нелинейными уравнениями фильтрации.

Кроме того, оказалось, что невозможно в течение всего года пользоваться одним и тем же уравнением зависимости фильтрации от уровня. В этом случае не удастся сколько-нибудь правильно описать ход уровня. Причина, очевидно, та же, что и при формировании твердого стока ледниковой реки: в зимне-весенний период происходит подготовка материала к выносу, фильтрационная способность плотины уменьшается. Летом же и осенью она «промывается». В связи с этим пришлось для зимне-весеннего периода (время подъема уровня) подобрать одно уравнение, а для летне-осеннего (время падения уровня) – другое. Они имеют следующий вид:

$$\text{для зимы и весны: } Q_{ot} = 1.4 \cdot 10^{-5} \cdot (h - 2476)^{1.9}, \text{ для лета и осени: } Q_{ot} = 1.9 \cdot 10^{-3} \cdot (h - 2470)^{1.9}.$$

Результаты расчета. На рис. 2 показано изменение уровня воды в озере в течение двух лет – с 1 октября 2002 г. до 30 сентября 2004.

Как видим, соответствие истинных и вычисленных уровней воды в озере вполне хорошее. Таким образом, имея данные метеорологических наблюдений на станции Пскем, можно рассчитывать ход уровня воды в оз. Ихнач верхнее. В дальнейшем расчеты были выполнены еще для двух лет. Средний за четыре года годовой отток из оз. Ихнач Верхнее оказался равным $5.68 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год}$, что хорошо согласуется с данными, приведенными в [10].

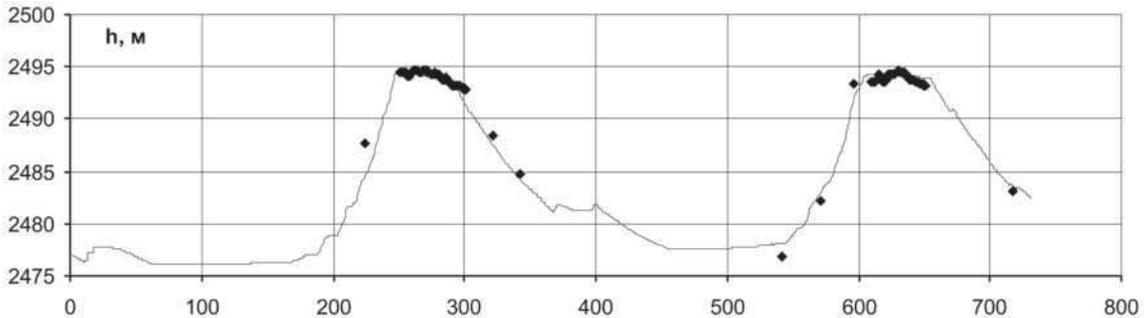


Рис. 2. Измеренный (точки) и вычисленный (линия) уровень воды в озере Ихнач верхнее. По горизонтали номера дней, начиная с 1 октября 2002 г.

Химическое выветривание дамбы. Рассчитанные изменения уровня и оттока воды из озера были использованы в дальнейшем для расчета скорости химического выветривания дамбы и, следовательно, ее ослабления. Методика довольно проста: если измерить минерализацию воды в Верхнем озере в местах втекания ее в плотину и в ручьях, выходящих из плотины возле Нижнего озера, то по разности минерализации воды в них можно судить о скорости «растворения» плотины.

Было взято несколько наборов проб воды из Верхнего озера и ручьев, выходящих из-под плотины, в разное время года. Эти данные позволили построить зависимость изменения минерализации воды во время ее течения сквозь плотину от уровня воды в Верхнем озере. Но этих данных было мало. Их удалось дополнить сведениями, полученными по связи минерализации с электропроводностью воды, так как последняя определялась гораздо чаще. Связь минерализации с электропроводностью, построенная по всем имеющимся данным, показана на рис. 3. В набор включены все данные о минерализации – и в Верхнем озере, и в ручьях, выходящих из плотины возле Нижнего озера. Каждая из точек на графике – средняя из 3-4 одновременных измерений.

Эта зависимость описывается уравнением:

$$M = 13.65 \cdot E - 46.59 \quad (2)$$

Затем была получена зависимость разности минерализации воды в Верхнем и Нижнем озерах от уровня воды в Верхнем озере, в которую включены как реальные данные о минерализации, так и рассчитанные по уравнению (2) (рис. 4).

Уравнение зависимости, показанной на рис. 4, таково:

$$dM = \begin{cases} 0.802 \cdot h - 1991 & \text{if } h > 2484, \\ 0 & \text{if } h < 2484. \end{cases}$$

Как это ни странно, оказалось, что разница dM увеличивается с ростом уровня в Верхнем озере, а, следовательно, с расходом воды.

Имея эту зависимость и ход уровня и расходов воды за четыре года, можно рассчитать годовую величину химического выветривания плотины. Она равна:

$$P = \sum_{i=1}^{365} dM(h_i) \cdot q_i \cdot 86400,$$

где h_i – суточный уровень в Верхнем озере, м; q_f – среднесуточный отток воды сквозь плотину, м³/с. Оказалось, что среднее за четыре года химическое выветривание равно 31.4 тонны в год.

Зная среднюю плотность материала плотины и площадь плотины, можно примерно рассчитать скорость ее оседания. Площадь плотины Fd , определенная по карте, равна примерно $3 \cdot 10^5$ м². Примем, что плотность материала плотины равна примерно $d = 1.8$ т/м³ [11]. Если допустить, что плотность сохраняется постоянной, то вынос материала приводит к понижению плотины.

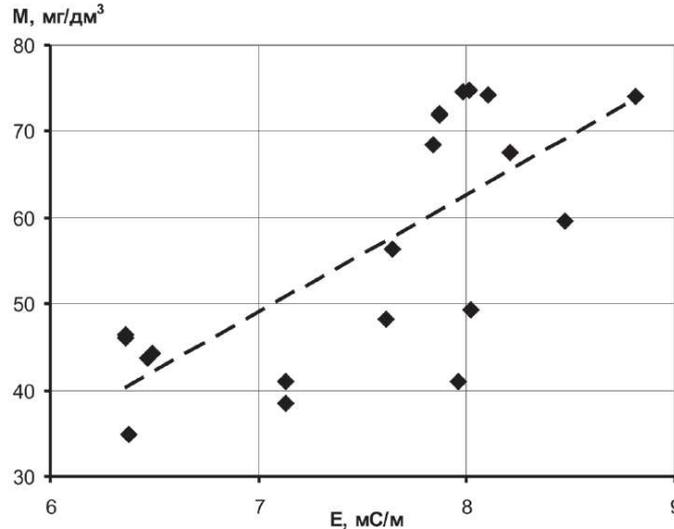


Рис. 3. Зависимость общей минерализации воды (M) в озерах Ихнач Верхнее и Нижнее от ее электропроводности (E)

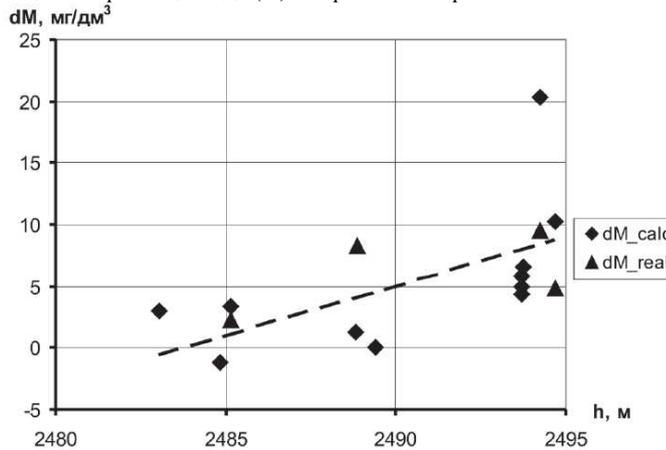


Рис. 4. Зависимость изменения минерализации воды (dM), за время фильтрации сквозь плотину, от уровня воды в озере (H). Треугольники – данные непосредственных измерений общей минерализации воды, ромбики – значения, рассчитанные по зависимости минерализации от электропроводности

В случае если это понижение одинаково для всей площади плотины, ежегодная его величина равна:

$$\Delta H = \frac{P}{d \cdot Fd} = \frac{31.4}{1.8 \cdot 300000} = 0.000058 \text{ м/год,}$$

т. е. примерно 0.06 мм/год. Но еще раз нужно подчеркнуть, что это средняя величина для всего завала. Очевидно, что размыв должен происходить по площади завала неравномерно и, главным образом, в местах, где проходят подземные потоки. Депрессии на поверхности плотины хорошо видны. Оценить же локальные понижения пока невозможно.

Второе озеро – Озерное нижнее. В самых верховьях р. Ойгаинг имеется несколько моренных озер. На одном из них (Озерном Нижнем) были организованы кратковременные работы с целью примерного расчета водного баланса озера и оценки процессов, происходящих в морене.

Озеро расположено на склонах хребта Таласский Алатау (координаты: N42° 13' 14'', E71° 14' 01'') на высоте 3.92 км. Длина озера равна 150 м, площадь – 13300 м², объем – 42200 м³, макси-

мальная глубина – 6.1 м. Площадь водосбора - 0.72 км². Значительная часть водосбора занята ледниками. Непосредственно над озером располагается мощная стадияльная морена, за которой находится еще одно озеро, почти круглый год покрытое льдом или шугой (рис 5). Вода из этого озера, фильтрующаяся через морену, составляет значительную долю притока в нижнее озеро. Отток из последнего происходит поверхностным путем через старую морену, подпруживающую озеро



Рис. 5. Озеро Озерное Нижнее.

1 – морена между верхним и нижним озерами; 2 – поверхностный отток из озера.

Расчет водного баланса озера и фильтрации через верхнюю морену. Наблюдения на озере выполнялись с 5 по 11 августа 2004 г.

Уравнение водного баланса нижнего озера имеет вид:

$$\frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot F(h) = Q_{in} + Q_{melt} - Q_{out}(h), \text{ где } \Delta W - \text{изменение объема воды в озере, } \Delta h - \text{изменение уровня воды, } \Delta t - \text{промежуток времени, } F(h) - \text{батиграфическая кривая озера, } Q_{in} - \text{приток воды сквозь плотину верхнего озера (отток воды из верхнего озера, } Q_{melt} - \text{интенсивность притока талой воды с окружающих склонов, } Q_{out}(h) - \text{отток воды из нижнего озера.}$$

Δh за промежутки времени Δt измерялось по рейке, $F(h)$ рассчитана по данным промеров. Для расчета построена зависимость расходов воды в ручье, вытекающем из нижнего озера, от уровня воды в озере. Она оказалась весьма тесной и имеет вид:

$$Q_{out} = 0.0024 \cdot h^2 - 0.2179 \cdot h + 4.972$$

Зная все эти величины, можно рассчитать $Q_{in} + Q_{melt}$, как остаточный член баланса. Результаты расчетов показаны на рис. 6.

Затем было принято, что в ночные и ранние утренние часы сток со склонов прекращается. Действительно, в это время все ручейки, стекающие в озеро со склонов, перемерзли. Тогда можно принять, что в это время сток в озеро обеспечивается только фильтрацией воды через плотину верхнего озера. В этом случае Q_{in} можно принять равным примерно 0.06 м³/с. Очевидно, что это только приток в летний период, когда верхнее озеро полно воды, но других данных об уровне воды в нем нет.

Расчет химического выветривания морены, отделяющей верхнее озеро от нижнего. Средние величины электропроводности воды из измеренных летом 2003 и 2004 гг. оказались равны: в Верхнем озере – 3.37 мС/м, в родниках ниже морены, подпруживающей верхнее озеро – 6.92 мС/м. То есть химическое выветривание весьма интенсивно, если сравнить с аналогичными величинами на оз. Ихнач. К сожалению, у нас нет данных о минерализации воды в озере и выходящих из-под плотины родниках. Поэтому пришлось воспользоваться зависимостью минерализации от электропроводности, полученной для оз. Ихнач (рис. 3).



Рис. 6. Рассчитанные расходы притока воды в нижнее озеро.

В связи с отсутствием хотя бы нескольких измерений минерализации и уровня воды в верхнем озере придется принять, что разность минерализаций постоянна. Следовательно, $dM = 13.65 \cdot dE$, т. е. $dM = 13.65 \cdot (6.92 - 3.37) = 48.5 \text{ мг/дм}^3$.

Теперь необходимо сделать расчет суммарного оттока воды из верхнего озера. Очевидно, он равен притоку, который может быть рассчитан по поступлению воды в озеро в результате таяния снега на окружающих склонах и ледника, площадь которого составляет значительную часть общей площади водосбора озера.

Площадь водосбора верхнего озера, определенная по карте масштаба 1:25000, равна 0.61 км^2 . Средняя высота водосбора – 4.072 км . Нам известна средняя летняя температура на расположенной ниже метеостанции Ойгаинг ($Z = 2.15 \text{ км}$), равная $14.04 \text{ }^\circ\text{C}$. Градиент температуры между озером и ст. Ойгаинг был определен летом 2003 г. и оказался равным $-6.1 \text{ }^\circ\text{C/км}$. Расчет дает среднюю летнюю температуру на средней высоте водосбора озера равной $T_{sum} = 2.32 \text{ }^\circ\text{C}$. По формуле Кренке-Ходакова [12] $Ab = (9.5 + T_{sum})^3$ годовая абляция равна 1.575 м/год . Можно считать, что таково и среднее количество осадков в бассейне. Их объем равен примерно $960000 \text{ м}^3/\text{год}$. Следовательно, таков объем воды, фильтрующейся через плотину верхнего озера.

Эту величину можно сравнить с полученной интенсивностью фильтрации из верхнего озера через морену за период наших кратковременных наблюдений. Она была равна примерно $0.06 \text{ м}^3/\text{с}$. Если бы такова была фильтрация в течение всего года, то годовой объем был бы равен $0.06 \cdot 31.5 \cdot 10^6 = 1890000 \text{ м}^3/\text{год}$. Это в 2 раза больше, чем дал расчет по формуле Кренке-Ходакова. Так как, во-первых, измерения производились только в летний период, когда фильтрация максимальна, во-вторых, озеро не опорожняется до конца (по данным аэронаблюдений), можно сказать, что обе цифры неплохо согласуются. Это важно!

Общее «растворение» плотины равно $48.5 \text{ г/м}^3 \cdot 960000 \text{ м}^3/\text{год} = 46.5 \text{ т/год}$. Примем ее среднюю плотность равной, как и для плотины оз. Ихнач, 1.8 т/м^3 . В этом случае в год вымывается $46.5/1.8 = 25.8 \text{ м}^3/\text{год}$. Примерная площадь плотины равна $7 \cdot 10^4 \text{ м}^2$. Тогда понижение в среднем плотины в год в результате химического выветривания равно: $25.8/70000 = 0.00037 \text{ м/год} = 0.037 \text{ см/год}$.

Расчет протаивания ледяного ядра в плотине. Морена между верхним и нижним озерами, имеет ледяное ядро. Рассчитаем скорость его таяния. Учтем при этом, что эти расчеты еще менее надежны. Методика проста: рассчитать, сколько воды фильтруется через плотину и, зная потери тепла при этом, считать, что все оно затрачивается на таяние этого ядра.

Температура воды во всех ручьях, выходящих из плотины, равна $0 \text{ }^\circ\text{C}$. К сожалению, у нас нет надежных данных о температуре воды в верхнем озере. Периодические измерения у берега дают величину около $0.0\text{-}0.5 \text{ }^\circ\text{C}$. Точность очень невелика, но можно будет оценить хоть предельные значения. Итак, годовой поток воды сквозь плотину равен $960000 \text{ м}^3/\text{у}$. Очевидно, что если температура в верхнем озере постоянно равна $0 \text{ }^\circ\text{C}$, то протаивания не происходит. Сделаем расчеты для температуры воды в верхнем озере в пределах от 0.1 до $0.5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Сделаем следующие допущения: а) лед ядра имеет температуру 0 °С; б) плотность воды ~1 г/см³.

Количество тепла (Q , кал), выделившееся при охлаждении массы воды (mw , г) от температуры $t1$ до температуры $t2$, °С, равно:

$$Q = mw \cdot C \cdot (t2 - t1), \text{ где } C - \text{удельная теплоемкость воды, равная } 1 \text{ кал} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{град}^{-1}.$$

Это тепло полностью расходуется на таяние ледяного ядра, то есть

$$Q = mg \cdot L.$$

Здесь mg – масса растаявшего льда, $L = 79.7$ кал/г. Отсюда

$$mw \cdot C \cdot (t2 - t1) = mg \cdot L,$$

или

$$mg = \frac{mw \cdot C \cdot (t2 - t1)}{L}.$$

Учитывая, что плотность воды равна 1 г/см³, получаем, что годовая масса воды, протекающая сквозь плотину, равна $0.96 \cdot 10^{12}$ г/год. Подставим известные величины в это уравнение и получим годовую скорость таяния ядра для разных значений температуры воды в верхнем озере: при $t2 = 0.5$ °С - 6020 м³/год, при $t2 = 0.3$ °С - 3620 м³/год, при $t2 = 0.1$ °С - 1200 м³/год.

Судя по карте, примерная площадь плотины (морены) равна $7 \cdot 10^4$ м². Следовательно, средний слой льда, который теряет ледяное ядро за год, если температура воды в верхнем озере равна 0.1 °С, составляет $1200/70000 = 0.017$ м/год или 1.7 см/год. Это существенно больше, чем химическое выветривание. При более высокой температуре воды скорость протаивания ледяного ядра еще больше.

Оба моренных озера (верхнее и нижнее) могут прорваться при подходящих метеорологических условиях летом (быстрое повышение температуры воздуха, интенсивный дождь). Их собственный объем невелик, но такой прорыв может послужить «спусковым крючком» для образования селевого потока на основной реке.

Итак, работы на двух разных по генетическому типу озерах в бассейне р. Пскем позволили получить новые знания о процессах, происходящих в подпруживающих их плотинах. Полезным оказалось совместное использование всех видов доступной гидрометеорологической информации. Очевидно, что эти исследования нельзя рассматривать как окончательные. Дальнейшие экспедиционные работы могут дать дополнительные ценные сведения об озерах и их плотинах.

Мы считаем своим долгом принести глубокую благодарность нашим спутникам и помощникам в экспедициях. Их опыт, помощь и советы оказались очень ценными на всех этапах работы, а особенно – во время экспедиций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Муракаев Р.Р., Старыгин Г.Н., Шамсутдинов В.Н. Гляциальные озера в бассейнах рек, несущих воду на территорию Узбекистана. - Тр. НИГМИ, 2004, вып. 3(248), с. 119-124.
2. Никитин А.М. Озера Средней Азии. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 106 с.
3. Пушкаренко В.П., Никитин А.М. Опыт регионального исследования плотин горных озер Средней Азии и характер формирования прорывных селей. – «Оползни и сели». – М.: ВИНТИ, 1984, с. 6-17.
4. Хергет Ю., Глазырин Г.Е. Предварительные результаты геоморфологического исследования плотины оз. Ихнач Верхнее (бассейн р. Пскем, Западный Тянь-Шань) летом 2005 г. - Тр. НИГМИ, 2005. Вып. 5 (250), с. 96-105.
5. Боровикова Л.Н., Денисов Ю.М., Трофимова Е.Б., Шенцис И.Д. Математическое моделирование процесса стока горных рек. - Тр. САРНИГМИ, 1972, вып. 61(76). - 152 с.
6. Glazirin G.E. Precipitation distribution with altitude. - Theoretical and Applied Climatology, 1997, Vol. 58, No. 3-4, p. 141-145.
7. Глазырин Г.Е. Распределение и режим горных ледников. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 180 с.
8. Чертоусов М.Д. Специальный курс гидравлики. –Л.: Госэнергоиздат, 1957. – 376 с.
9. Глазырин Г.Е., Рейзвих В.Н. К расчету гидрографа стока при прорыве завальных озер. -Тр. САНИГМИ, 1968, вып. 32(47), с. 8-12.
10. Глазырина М.Г., Кудышкин Т.В., Муракаев Р.Р. Математическая модель водного баланса озера Ихнач. - Тр.САНИГМИ, 2001, вып. 161(242), с. 62-72.
11. Ничипорович А.А. Плотина из местных материалов. – М.: Стройиздат, 1973. – 150 с.
12. Кренке А.Н., Ходаков В.Г. О связи поверхностного таяния ледников с температурой воздуха. – МГИ, 1966, вып. 12, с. 153-164.

ОЦЕНКА НОРМЫ ГОДОВОГО СТОКА РЕК ПРАВОБЕРЕЖЬЯ БАССЕЙНА Р. ЕРТИС

А.Г. ЧИГРИНЕЦ¹, М.В. ДОЛБЕШКИН²

¹К.г.н. кафедры метеорологии и гидрологии (КазНУ им. Аль-Фараби)

²магистрант кафедры метеорологии и гидрологии (КазНУ им. Аль-Фараби)

Ертіс өзені алабының оң жағалау бөлігі өзендерінің жылдық ағынды сипаттамаларын қалпына келтірілген шамаларды есепке ала отырып есептеу нәтижелері ұсынылған: қалыпты жылдық ағынды жалпы есептік кезең 1933-2009 жж.; шартты – табиғи кезең (1933-1973 жж.) және ағындының антропогендік және климаттық өзгерісі кезеңі (1974-2009 жж.) үшін анықталды

Представлены результаты расчета характеристик годового стока рек правобережной части бассейна р. Ертіс с учетом восстановленных величин. Нормы стока определены как за общий расчетный период 1933-2009 гг., так и за период условно-естественного стока (1933-1973 гг.) и период антропогенных и климатических изменений стока (1974-2009 гг.).

The results of calculation of the characteristics of annual river flow in the right bank part of Ertis river basin with taking into account the reconstructed quantities. The standards of flow are determined both for general counting period 1933-2009, and for the period of nominally natural flow (1933-1973), and for the period of flow's anthropogenic and climatic changes (1974-2009)

В пределах рассматриваемой правобережной части водохозяйственного бассейна р. Ертіс расположены водосборные бассейны следующих основных её притоков: рр. Калжыр, Куршим, Нарын, Буктырма, Ульби и Оба. На территории этой части Ертісского водохозяйственного бассейна (ВХБ) формируется основной объём водных ресурсов (в пределах РК).

Наблюдения за гидрологическим режимом на расчетных постах основных рек исследуемого района ведутся уже в течение достаточно продолжительного периода времени. Так, на р. Куршим – с. Вознесенское – в течение 80 лет (с 1911 г. по настоящее время), на р. Калжыр – с. Черняевка – в течение 76 лет (с 1909 г. по 1995 г., когда пост был закрыт и перенесен выше по течению). Всего на рассматриваемой территории в разные периоды действовало свыше 80 гидрологических постов для наблюдения за стоком. Основная часть постов исследуемого района в настоящее время закрыта. По данным РГП «Казгидромет» на 2009 г. действующих осталось только 15 постов. В работе были использованы материалы наблюдений за стоком рек по 2009 г. включительно [1-8].

Естественный режим стока исследуемых рек подвержен антропогенной нагрузке и нарушен как русловыми водохранилищами, так и водозаборами на сельскохозяйственное, промышленное и жилищно-коммунальное водоснабжение [9]. Однако анализ величин объёмов водозаборов по данным таблиц «2ТПВодхоз» за период 1992-2008 гг. показал, что безвозвратный водозабор выше расчетных створов в бассейнах рассматриваемых рек в основном незначителен. Так по р. Калжыр за указанный период водозабор составил в среднем 3,7 %, варьируя от 13,1 % в 1995 г. до 0,2 % - в 1997 г. По р. Нарын среднее значение водозабора составило 0,25 %, максимальное 0,5 % - в 2002 г., а минимальное 0,1 % - в 2003 г. По р. Куршим соответственно среднее значение водозабора равно 2,1 %, максимальное 5,3 % - в 1992 г., а минимальное 0,6 % - в 2007 г. Для р. Буктырма объёмы водозабора соответственно составили – в среднем 0,07 %, максимальное значение 0,26 % в 1992 г., а минимальное 0,01 % - в 2007 г. По р. Оба среднее значение водозабора имеет величину 0,02 %, а по р. Ульби – он в среднем 4,0 %, его максимальное значение 7,2 % в 1992 г. а минимальное 0,3 % - в 1998 г. Таким образом, объёмы водозаборов в бассейнах рассматриваемых рек в среднем составляют 1,7 % с общей тенденцией к снижению. Эти объёмы водозаборов не оказывают значительного влияния на гидрологические характеристики стока рассматриваемых водотоков. Кроме того, в основном расчетные гидросты располагаются выше зоны рассеивания стока, в створах с максимальной водностью. Поэтому характеристики годового стока были вычислены по рядам бытового (наблюдённого) стока, принятым как условно-естественные.

На основании анализа совмещенных разностных интегральных кривых модульных коэффициентов годового стока основных рек правобережья, представленных на рисунок 1, а также с учетом

имеющихся данных фактических наблюдений был выбран единый расчетный период с 1933 по 2009 г.

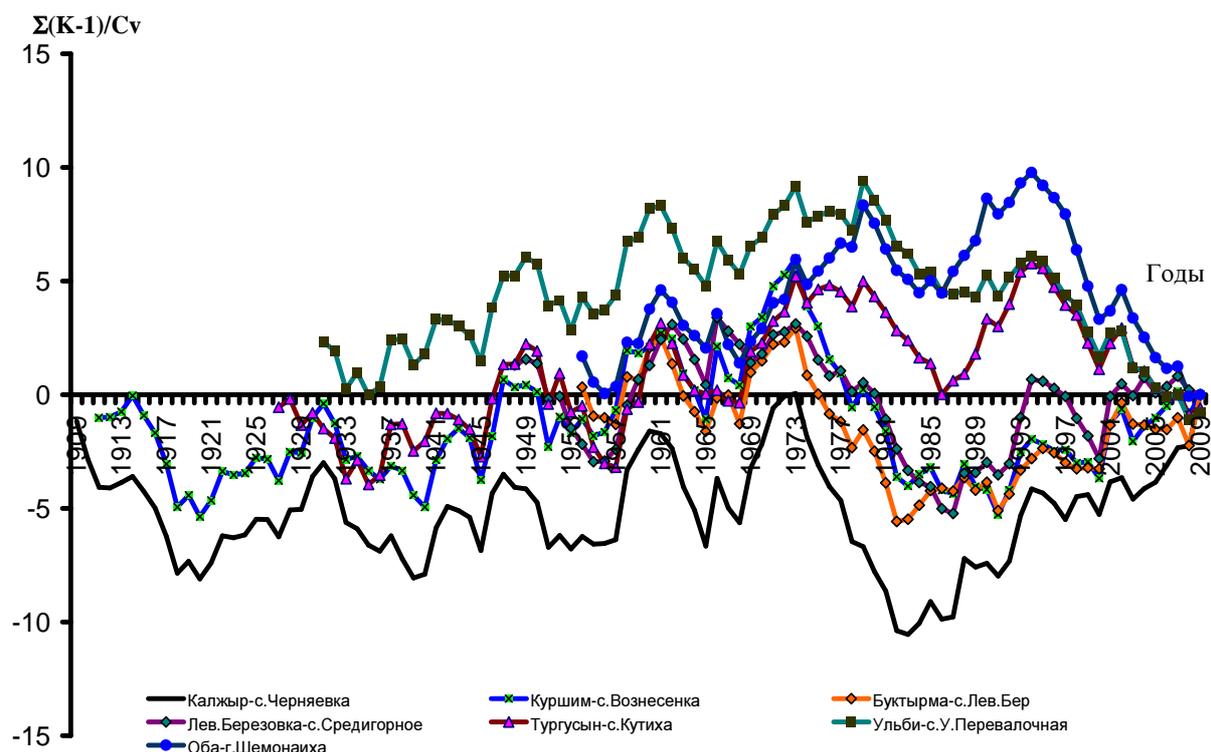


Рис. 1. Совмещённые разностные интегральные кривые модульных коэффициентов годового стока основных рек правобережья Ертисского водохозяйственного бассейна

В связи с наличием в рядах наблюдений отдельных пропусков, а также для приведения рядов к единому расчетному периоду, была проведена реконструкция рядов с привлечением данных пунктов-аналогов. При этом были соблюдены соответствующие требования [10-11]:

- однотипность условий формирования стока реки-аналога и исследуемой реки;
- территориальная близость расположения рассматриваемых водосборов;
- отсутствие факторов, существенно искажающих естественный сток;
- различие водосборных площадей исследуемой реки и реки-аналога не более 10;
- статистические условия: $n \geq (6-10)$; $R \geq 0,70$;

где n – число совместных лет наблюдений в приводимом пункте и пунктах-аналогах ($n \geq 6$ при одном аналоге, $n \geq 10$ – при двух и более аналогах); R – коэффициент парной или множественной корреляции между значениями стока в расчетном створе и в пунктах-аналогах.

По створу р. Калжыр – с. Черняевка данные наблюдений имеются не за все годы, хотя гидрост был действующим. Годовой сток за пропущенные годы был восстановлен поэтапно. За 1937-39, 1942-44, 1946-49, 1960-62, 1965-69, 1984-86, 1990-93, 1995-2003 и 2005 гг. он восстановлен по связи со стоком за период вегетации с мая по сентябрь ($R=0,98$); за 1933-36 гг. – по реке-аналогу р. Ертис – г. Усть-Каменогорск ($R=0,79$); за 2006-2009 гг. – по реке-аналогу Бас-Теректы – с. Мойылды ($R=0,89$).

По створу р. Куршим – с. Вознесенка также было проведено восстановление пропусков в рядах наблюдений. Годовой сток за 1933-34, 1938, 1940, 1942-44, 1998-2001 гг. восстановлен по связи со стоком за период вегетации с мая по сентябрь ($R=0,97$); за 1936-37, 1946-47 гг. - по реке-аналогу р. Ертис – г. Усть-Каменогорск ($R=0,91$).

Годовой сток правобережного притока р. Куршим – р. Женишке – клх. Женишке за 1934-41, 1946-62, 1967, 1970-78 гг. восстанавливался по связи со стоком за период вегетации с мая по сентябрь ($R=0,89$); за 1933, 1942-45, 1979-2009 гг. - по реке-аналогу Куршим – с. Вознесенка ($R=0,82$).

По створу р. Нарын – с. Улькен Нарын годовой сток за 1956-57, 1959-60 гг. восстановлен по связи со стоком за период вегетации с мая по сентябрь ($R=0,97$); а за 1933, 1942-45, 1979-2009 гг. - по реке-аналогу Куршим – с. Вознесенка ($R=0,82$), рисунки 2 и 3.

По створу р. Буктырма – с. Лесная Пристань годовой сток за 1954 и 2003 гг. восстановлен по связи со стоком за период вегетации с апреля по сентябрь ($R=0,97$); за период 1933-39 гг. - по пункту-аналогу р. Буктырма – с. Заводино ($R=0,85$), а за 1940-53 гг. - по пункту-аналогу р. Буктырма – с. Печи ($R=0,90$).

По левобережному притоку р. Буктырма - р. Левая Березовка – с. Средигорное годовой сток за 1958 и 1971 гг. восстановлен по связи со стоком за период вегетации с мая по сентябрь ($R=0,93$); за 1933-47, 2004 гг. - по реке-аналогу Нарын – с. Улькен Нарын ($R=0,77$).

По правобережному притоку р. Буктырма – Тургысын – с. Кутиха годовой сток за 1956-57, 1963-64 гг. восстановлен по связи со стоком за период вегетации с апреля по сентябрь ($R=0,97$); за 1932-48, 1958, 1994-2007 гг. по реке-аналогу Ульби – с. Ульба Перевалочная ($R=0,70$).

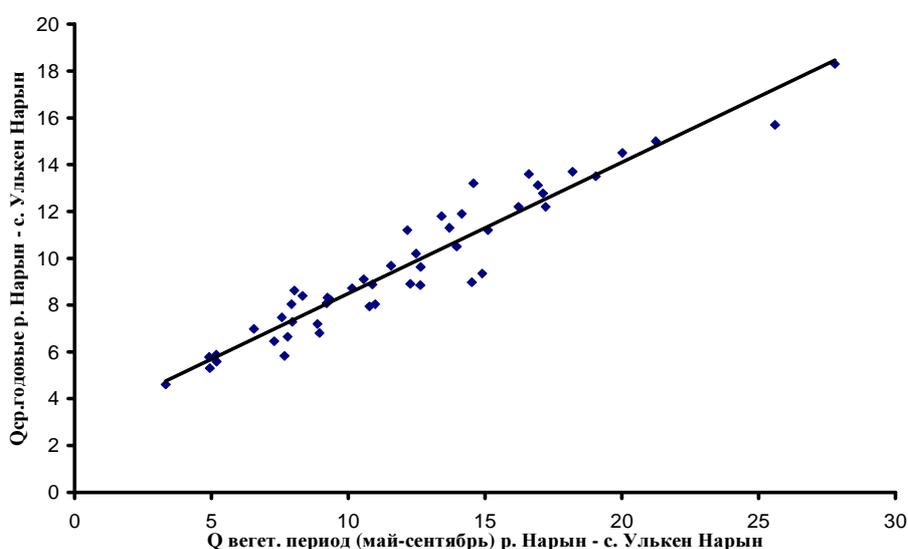


Рисунок 2. Связь среднегодовых расходов воды с расходами за период вегетации (май-сентябрь) в расчетном створе р. Нарын – с. Улькен Нарын

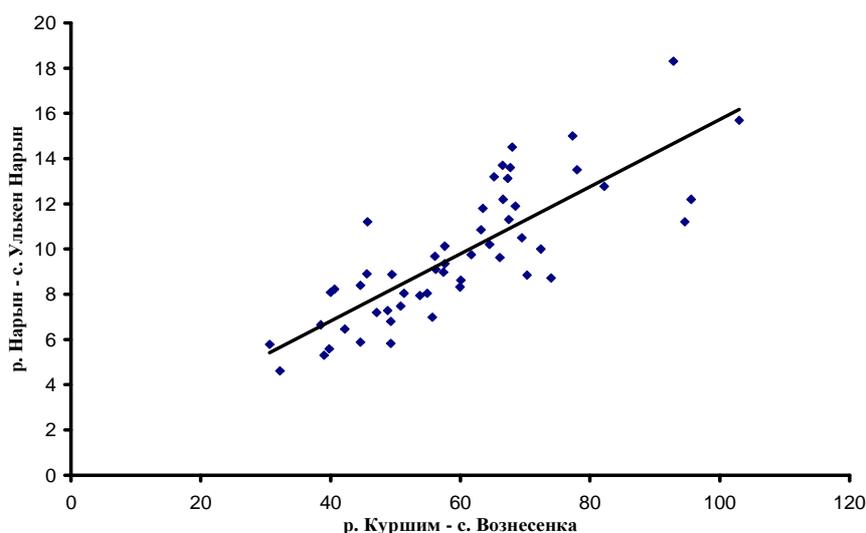


Рисунок 3. Связь среднегодовых расходов воды в расчетном створе р. Нарын – с. Улькен Нарын и в пункте-аналоге р. Куршим – с. Вознесенка

По створу р. Ульби – с. Ульби Перевалочная годовой сток за 1940-41, 2002 гг. восстановлен по пункту-аналогу р. Буктырма – с. Печи ($R=0,75$).

Годовой сток за пропущенные годы по створу р. Оба – г. Шемонаиха был также восстановлен поэтапно. За 1954, 1964, 2003 гг. он восстановлен по связи со стоком за период вегетации с мая по сентябрь ($R=0,93$); за 1933-53 гг. - по реке-аналогу Ульби – с. Ульби Перевалочная ($R=0,89$).

По р. Шульбинка – с. Новая Шульба, относящейся к многочисленным малым рекам правобережья и являющейся последним правобережным притоком в пределах Ертисского ВХБ, восстановление годового стока за пропущенные годы было проведено достаточно сложно, с использованием как стока за вегетационный период, так и пункта-аналога. За 1957-1958, 1960-1964, 1968, 1971-1972, 1974, 1982-1983 гг. он восстановлен по связи со стоком за период вегетации с апреля по сентябрь ($R=0,99$); за 1933-1956, 1966-67, 1969-70, 1980, 1984-87, 1989-2009 гг. - по реке-аналогу Шар – а. Кентарлау (Николаевка) ($R=0,78$).

В таблице 1 приведены результаты расчета нормы годового стока основных рек правобережья в трех вариантах: за период наблюдений, за многолетний расчетный период 1933-2009 гг. и за последние тридцать шесть лет 1974 - 2009 гг. Для первых двух вариантов в знаменателе приведены данные, опубликованные в «Ресурсах поверхностных вод СССР» [12].

Характеристики нормы годового стока основных правобережных притоков реки Ертис в Ертисском ВХБ

Река-пункт	Площадь водосбора, F, км ²	Период наблюдений за годовым стоком	Средние за период наблюдений			Средние за многолетний период 1933-2009 гг.			Средние за период 1974-2009 гг.		
			Q ₀ , м ³ /с	M ₀ , л/с×км ²	h, мм	Q ₀ , м ³ /с	M ₀ , л/с×км ²	h, мм	Q ₀ , м ³ /с	M ₀ , л/с×км ²	h, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Калжыр – с. Черняевка	3090	1909, 1911-16, 1937-2005	<u>21,8</u> 22,0	<u>6,8</u> 7,13	<u>215</u> 225	<u>22,2</u> 22,2	<u>7,10</u> 7,20	<u>224</u> 227	<u>21,8</u> -	<u>7,10</u> -	<u>222</u> -
Куршим – с. Вознесенка	5840	1911-17, 1933-35, 1938-45, 1948-2009	<u>58,3</u> 58,0	<u>9,98</u> 9,93	<u>307</u> 313	<u>59,6</u> 58,4	<u>10,2</u> 10,0	<u>322</u> 315	<u>57,1</u> -	<u>9,78</u> -	<u>308</u> -
Женишке – клх. Женьшка	337	1934-1978	<u>1,39</u> 1,19	<u>3,84</u> 3,52	<u>121</u> 111	<u>1,36</u> (1,54)	<u>3,76</u> (4,57)	<u>119</u> (144)	<u>1,29</u> -	<u>3,57</u> -	<u>112</u> -
Нарын – с. Улькен Нарын	1960	1954-2009	<u>9,77</u> 8,90	<u>4,86</u> 4,54	<u>159</u> 143	<u>9,68</u> 8,43	<u>4,91</u> 4,30	<u>155</u> 135	<u>9,72</u> -	<u>4,96</u> -	<u>156</u> -
Буктырма – с. Печи	6860	1940-2009	<u>107</u> 110	<u>15,9</u> 16,1	<u>500</u> 507	<u>107</u> 103	<u>15,6</u> 15,0	<u>491</u> 472	<u>100</u> -	<u>14,6</u> -	<u>461</u> -
Буктырма – с. Лесная Пристань	10700	1954-2009	<u>208</u> 200	<u>19,4</u> 18,7	<u>611</u> 589	<u>217</u> 205	<u>20,3</u> 19,2	<u>640</u> 605	<u>204</u> -	<u>19,1</u> -	<u>602</u> -
Левая Березовка – с. Средигорное	251	1948-2003, 2005-2009	<u>1,04</u> 1,05	<u>4,11</u> 4,19	<u>130</u> 132	<u>1,04</u> 1,08	<u>4,15</u> 4,30	<u>131</u> 135	<u>1,02</u> -	<u>4,05</u> -	<u>128</u> -
Тургысын – с. Кутиха	1200	1926-32, 1949-94	<u>45,3</u> 42,4	<u>38,3</u> 35,3	<u>1206</u> 1112	<u>45,6</u> 48,0	<u>38,0</u> 40,0	<u>1196</u> 1260	<u>43,8</u> -	<u>36,5</u> -	<u>1149</u> -
Ульби – с. Ульби Перевалочная	4900	1931-1939, 1942-2009	<u>96,5</u> 98,0	<u>19,7</u> 20,0	<u>605</u> 630	<u>96,6</u> 102	<u>19,7</u> 20,8	<u>621</u> 655	<u>90,0</u> -	<u>18,4</u> -	<u>580</u> -
Оба – г. Шемонаиха	8470	1954-2009	<u>171</u> 175	<u>20,4</u> 20,7	<u>644</u> 652	<u>172</u> 169	<u>20,3</u> 20,0	<u>641</u> 630	<u>164</u> -	<u>19,4</u> -	<u>611</u> -
Шульбинка – с. Новая Шульба	294	1955-1965, 1967-91	<u>0,49</u> 0,51	<u>1,71</u> (1,72)	<u>53,9</u> (54,2)	<u>0,50</u> (0,51)	<u>1,72</u> (1,72)	<u>54,3</u> (54,2)	<u>0,46</u> -	<u>1,57</u> -	<u>49,4</u> -

В знаменателе приведены данные, полученные из [3]

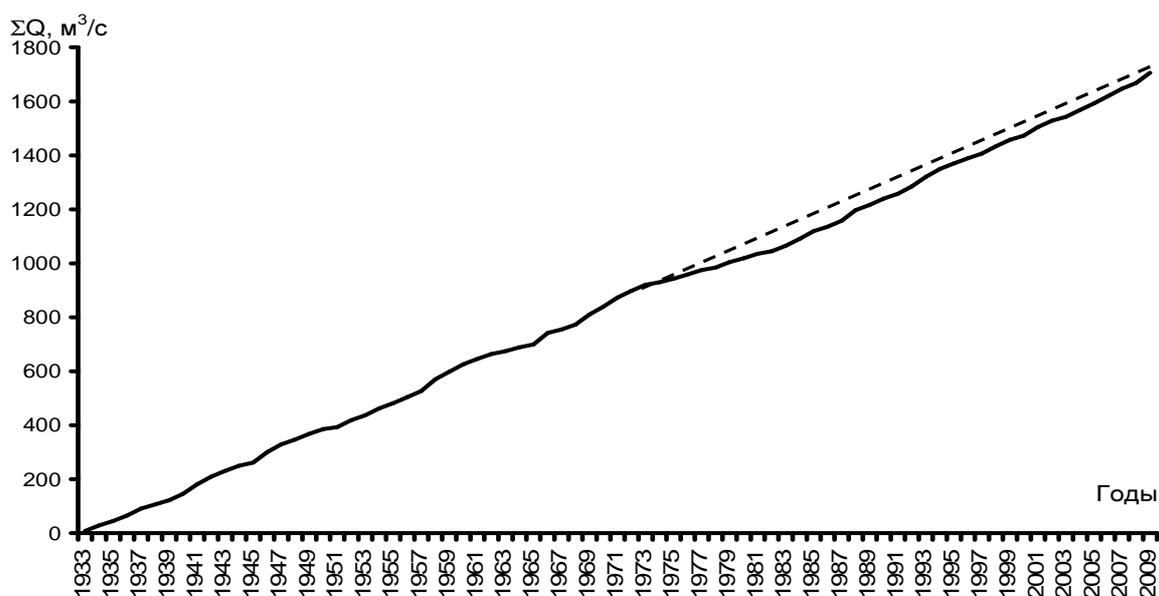


Рис 4. Суммарная интегральная кривая среднегодовых расходов воды р. Калжыр – с. Черняевка

Сравнение расчетных данных о среднем годовом стоке с данными, приведенными в «Ресурсах поверхностных вод СССР» [12], носит лишь иллюстративный характер, так как продолжительность исследуемых рядов разная и это дает определенные расхождения в результатах.

Сравнение норм годового стока за многолетний период (1933-2009 гг.) с данными о стоке за последние тридцать шесть лет (1974-2009 гг.) показывает снижение стока по всем расчетным створам, составляя в разных створах от 2 до 8 %. Например, по р. Калжыр эта величина составила 4,4 %, по р. Куршим – 4,2 %, по р. Женишке – 5,1 %, по р. Буктырма – 6,2 %, по р. Левая Березовка – 2,0 %, по р. Тургысын – 3,9 %, по р. Ульби – 6,8 %, по р. Оба – 4,6 %, по р. Шульбинка – 8,0 %.

Только по р. Нарын получено незначительное увеличение годового стока, равное 0,4 %. В среднем же по исследуемому району средний годовой сток снизился на 5,0 %.

Таким образом, было произведено уточнение значений годового стока основных рек правобережной части Ертисского водохозяйственного бассейна, которое позволило выявить тенденцию к снижению стока в последние тридцать шесть лет, обусловленную, по всей видимости, климатической составляющей. Этот вывод подтверждают суммарные интегральные кривые годового стока, построенные по данным створов наблюдений, расположенных выше зоны рассеивания стока и не подверженных антропогенному влиянию (рисунок 4).

Линия экстраполяции, выделенная пунктиром, достаточно четко позволяет выявить снижение стока в первой половине 70-х годов 20 века, обусловленное, по всей видимости, изменением его климатической составляющей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные гидрологические характеристики. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. М.: Гидрометеоздат, 1965. - Т.15. – Вып.1. – 224 с.
2. Основные гидрологические характеристики (за 1963-1970 гг.). Алтай, Западная Сибирь и Северный Казахстан. Верхний Иртыш, Верхний Ишим, Верхний Тобол. Л.: Гидрометеоздат, 1977. – Т.15. – Вып.2. – 384 с.
3. Основные гидрологические характеристики (за 1971-1975 гг.). Алтай, Западная Сибирь и Северный Казахстан. Верхний Иртыш, Верхний Ишим, Верхний Тобол. Л.: Гидрометеоздат, 1980. – Т.15. – Вып.2. – 294 с.
4. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Казахская ССР. Бассейны Иртыша, Ишима, Тобола. 1976-1980 гг. Л.: Гидрометеоздат, 1987. – Т.V. – Вып.1. – 468 с.
5. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1981-1990 гг. Книга 1. Часть 1. Реки и каналы. Вып.1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение), Алматы, 2002. – 384 с.
6. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 1991-2000 гг. Книга 1. Часть 1. Реки и каналы. Вып.1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол (верхнее течение), Алматы, 2004. – 191 с.
7. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 2001-2007 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Вып.1. Бассейн рек Иртыш, Ишим, Тобол, Алматы.
8. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. 2008-2009 гг. Часть 1. Реки и каналы. Часть 2. Озера и водохранилища. Вып.1. Бассейн реки Ертис, Астана.

9. *Кобегинов К.Ж.* Водные ресурсы Иртышского бассейна и их использование // Информационный бюллетень. Современные проблемы Иртышского бассейна. Проект ПРООН «Разработка национального плана по ИУВР и водосбережению в Казахстане»; компонент создание Бассейновых советов. - Алматы: ТОО «Контур», 2007. – С. 7-21 с.
10. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1983. – 36 с.
11. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 444 с.
12. Ресурсы поверхностных вод СССР. Алтай и Западная Сибирь. Горный Алтай и Верхний Иртыш. - Л.: Гидрометеоздат, 1969. - Т.15, вып.1.,ч.1. - 318 с.

ОПЫТ СИНГАПУРА В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ

Ф. Б. МАДЕНОВА

МНС лаборатории водообеспечения природно-хозяйственных систем
и математического моделирования (Институт географии)

Сингапур мемлекетіндегі алдыңғы қатарлы технологияларды пайдалану мен су ресурстарын басқару тәжірибелері көрсетілген. Сингапурды сумен қамтамасыз ету мәселесін шешуіндегі су қорларын басқару әдістері (құралдары) қарастырылған.

Показан опыт применение передовых технологий и управления водными ресурсами в Сингапуре. Рассмотрены методы (средства) управления водными ресурсами в решении проблем водообеспечения Сингапура.

Shows the experience of advanced technologies and management of water resources in Singapore. Considered methods (tools) manage water resources in solution of problems of water supply of Singapore.

При всем обилии водоемов (48 262) и рек (85 022), Казахстан ограничен в водных ресурсах [1]. В среднем на 1 км² площади приходится 37,5 тыс. кубометров воды в год, на душу населения – 6,84 тыс. м³. Среди государств СНГ это самые низкие показатели. Это положение является сдерживающим фактором в форсированном индустриальном развитии страны.

В настоящее время в Казахстане действует около 270 гидротехнических сооружений, рассчитанных в основном на задержание весеннего стока и его дальнейшее перераспределения. Крупные гидросооружения расположены на больших трансграничных реках (Иле, Ертис, Сырдария и др).

В тоже время на территории Казахстана по данным МЧС имеется порядка 850 потенциально опасных по возникновению паводка участка, где расположено более 700 населенных пунктов с общим количеством проживающего там населения около миллиона человек.

Вода и загрязнение водных объектов стали проблемой национальной безопасности для большинства стран мира в особенности в странах, расположенных в нижних течениях «международных» рек, к которым относится и Казахстан. В силу этого проблема чистой воды и водообеспеченность становятся приоритетной задачей в долгосрочной перспективе.

В этой связи целесообразно применение передовых технологий и некоторого опыта управления водными ресурсами в наиболее динамично развивающихся странах. В частности, заслуживает внимания опыт рационального водопользования и управления водными ресурсами в Сингапуре.

Сингапур — это город-государство, расположенный на островах в Юго-Восточной Азии. Площадь территории составляет 714,3 км² (2011 г), которая постепенно увеличивается благодаря специальной программе по увеличению территории, действующей с 1960-х годов. Население страны составляет приблизительно 4,987 млн человек (2009 г.). Средний рост ВВП на 7,7 % ежегодно в течение прошлого десятилетия привел к экономическому процветанию.

Сингапур является одним из водозависимых стран импортирующих воду из соседней Малайзии посредством трубопроводов. Чтобы уменьшить зависимость от внешних источников, это государство осуществило и внедрило чрезвычайно эффективный метод управления водными ресурсами. Их стратегия в дополнение к импорту воды представляет собой комбинацию накопления атмосферных осадков, опреснения морской воды и очень сложную технологию очищения сточной воды. Сингапур успешно удалось найти правильные подходы в управлении количеством и качеством воды; водоснабжении и управлении спросом на воду; участии частного и общественного сектора, сочетающего стратегический национальный интерес и экономическую эффективность.

Одной из главных проблем правительства было обеспечить чистой водой население, которое в настоящее время потребляет приблизительно 1,36 миллиарда литров воды в день. Сингапурский импорт воды осуществляется из соседнего государства Джохора Малайзии в соответствии с долгосрочными соглашениями 1961-62 гг., когда Сингапур был еще самоуправляющейся британской колонией. В соответствии с этими соглашениями Сингапур может транспортировать воду от Джо-

хора за цену меньше чем 1 цент за 1000 галлонов (3785 л) до 2061 г. Вода из Джохора импортируется через три больших трубопровода, проходящих через 2-километровую дорогу, которая разделяет эти две страны [2].

В августе 1965 г. Сингапур стал независимой страной. Долгосрочная водная безопасность остается важным фактором для Сингапура, который приложил особые усилия, чтобы зарегистрировать принятые межгосударственные водные соглашения в Секретариата Устав ООН в июне 1966 г.

Две страны вели переговоры возможности продления соглашения по проблемам совместного использования воды. Результаты до настоящего времени не обнадеживают, так как обе страны по-прежнему далеки друг от друга с точки зрения их национальных потребностей. Сингапур хотел бы для обеспечения своей долгосрочной водной безопасности заключить договор, гарантирующий получение предусмотренного количества воды далеко за пределы 2061 г. Малайзия, со своей стороны, хотела бы получить в перспективе более высокую цену за воду, которая была в 20 раз выше текущей.

В силу этого Сингапур разработал новый план обеспечения водной безопасности страны с наиболее эффективными средствами управления водными ресурсами, включая разработку и внедрение новой водной политики, а также вложения крупных инвестиций в водный сектор [2].

В настоящее время, Совет предприятий коммунального обслуживания (PUB) управляет всем водохозяйственным циклом Сингапура. В обязанности PUB входит управление качеством питьевой воды, электричеством и газом. 1 апреля 2011 г. обязанности по канализации и дренажу были переданы PUB из Министерства охраны окружающей среды. Эта передача позволила PUB развивать и осуществлять целостную водохозяйственную политику, которая включала защиту и расширение водных источников, управления прорывом воды, опреснение воды, управление спросом, водосбор, аутсорсинг для конкретных видов деятельности частного сектора [2].

Всего за четыре десятилетия Сингапур решил проблему дефицита питьевой воды не имея естественных водных ресурсов при обширном загрязнение рек. Чтобы обеспечить устойчивость в водном секторе, Сингапур инвестирует в научные исследования и новые технологии. В Сингапуре построены надежные, диверсифицированные и устойчивые системы водоподачи из четырех разных источников, известные как 4 Национальных Крана (National Taps).

Путем интеграции системы и максимизации эффективности 4 Национальных кранов (National Taps), Сингапур добился стабильного и устойчивого водоснабжения всех отраслей экономики. Весь цикл от сбора воды до обработки использованных вод управляет PUB (рис.1) [2].

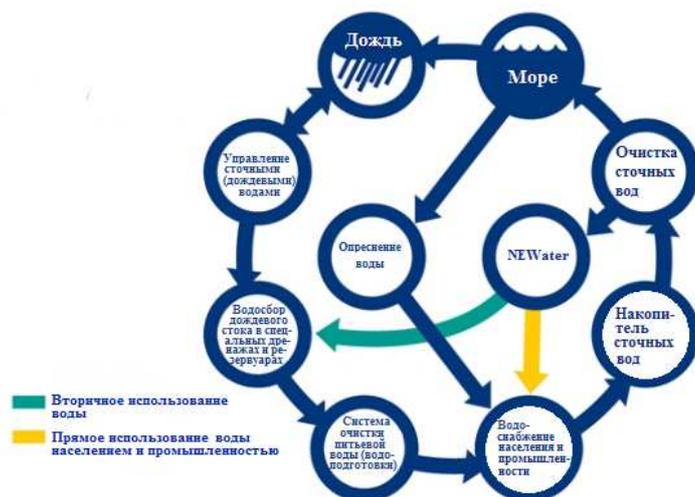


Рис. 1. Водный цикл управления PUB Сингапура

1-й национальный Кран: местные дренажные воды (1st National Tap). Как остров, который не имеет собственных водных ресурсов, Сингапур осуществляет сбор дождевой воды используя для этого две отдельные системы: для сбора дождевой и сточной воды. Дождевая вода собирается через всеобъемлющую сеть дренажных систем, каналов, рек и ливневых прудов, которая затем направляется для хранения в 17 резервуаров. Таким образом, Сингапур одна из немногих стран в

мире, которая собирает дождевую сточную воду в большом объеме для дальнейшего использования.

К 2011 г. зона сбора дождевой воды увеличилась от половины до двух третей площади Сингапура с завершением резервуаров Marina, Punggol и Serangoon. В будущем (к 2060 г.) PUB стремится охватить площадь сбора дождевой воды до 90 % территории Сингапура [3]. Чтобы реализовать весь потенциал водной инфраструктуры PUB начал реализовывать в 2006 г. Программу «Активные», красивые» и системы Воды» (Active, Beautiful and Clean Waters) (рис.2-4). Это стратегическая инициатива по улучшению качества воды и жизни путем использования всего потенциала водоемов.

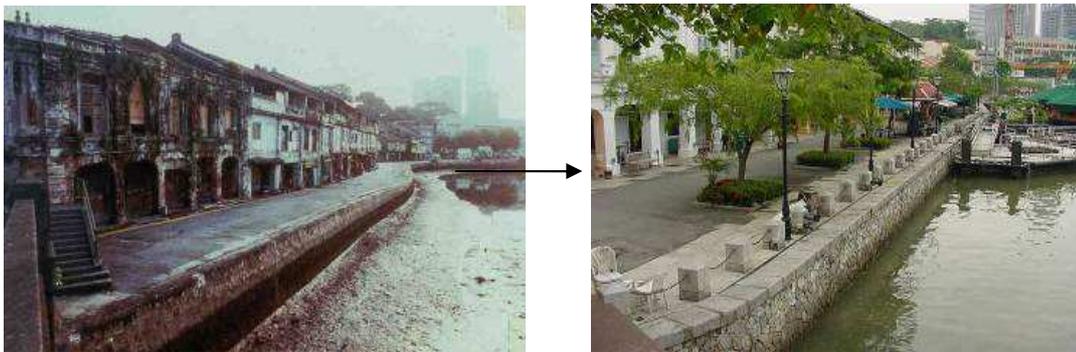


Рис. 2. Река Кларк Куей



Рис. 3. Усовершенствование дренажа



Рис. 4. Пешеходная аллея Стамфордского канала

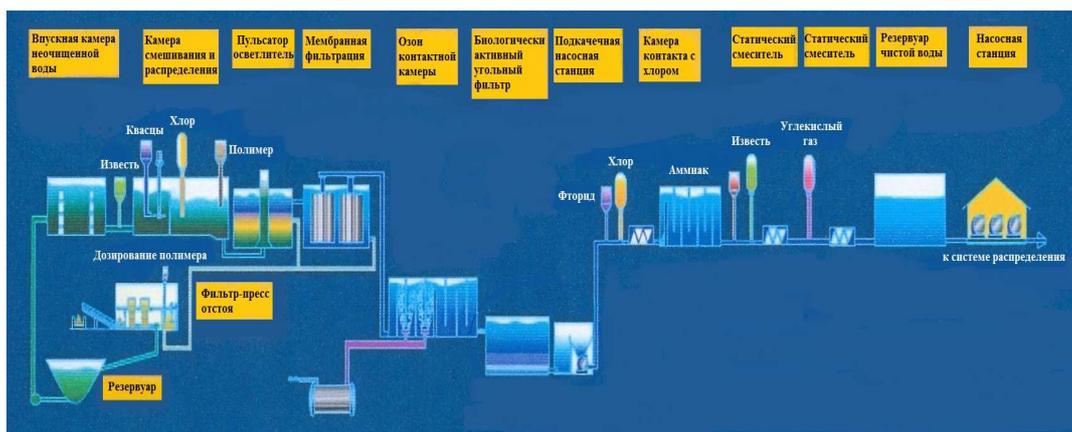


Рис. 5. Использование мембранной технологии в системе очистки воды

Объединяя дренажи, каналы и резервуары с окружающей средой целостным способом, Программа Вод ABC Waters стремится создавать красивые и чистые водотоки, реки и озера с красивыми открытыми местами для эстетического наслаждения природой [4].

2-ой Национальный Кран: импортная вода (2st National Tap). Сингапур импортирует воду из Джохора, Малайзия, в соответствии с двумя двусторонними соглашениями. Первое соглашение истекло в августе 2011, и второе соглашение истечет в 2061 г.

3-й Национальный Кран: NEWater (3rd National Tap). NEWater - высококачественная очищенная вода, с использованием передовых мембранных технологий с применением ультрафиолетовой дезинфекции, которая делает воду ультра-чистой и безопасной для питья (Рис.5).

NEWater прошел больше чем 65 000 научных тестов, что является гарантией ее высокого качества и надежности, превосходящими требования Всемирной организации здравоохранения. Доказательством служит то, что в 2007 году в г. Стокгольме PUB получил Премию воды.

Первые заводы NEWater были открыты в Бедок и Кранжи в 2003 г. В мае 2010 г. был открыт крупнейший завод NEWater в Чанги с производительностью 227,5 м³ воды в сутки. В настоящее время NEWater обеспечивает 30 % национального водопотребления. К 2060 г. PUB планирует обеспечить 50 % водопотребления страны очищенными водами. В 2003 г. спрос на NEWater составлял 68,250 м³ в день, на сегодня это 273,000 м³ в день [4]. У PUB разработан всесторонний водный план, который поощряет клиентов использовать воду бережно. Водопотребление Сингапура на душу населения снижено с 165 литров в день в 2003 году до 153 литров на сегодняшний день. В планах снизить водопотребление до 140 литров к 2030 г.

4-й Национальный Кран: опреснение морской воды (4th National Tap). В 2005 г. Сингапур реализовал свой четвертый Национальный Кран открытием Опреснительной установки SingSpring в Туасе. Опреснительная установка SingSpring была первым общественно-частным товарищеским (PPP) проектом PUB. Этот завод производит 30 млн галлонов воды в день (136000 м³) и является одним из крупнейших заводов по опреснению морской воды методом обратного осмоса.

На заводе SingSpring морская вода проходит процесс предварительной обработки (удаление взвешенных частиц и т.д.). На второй стадии вода подвергается обратному осмосу (RO). Эта же технология используется в производстве NEWater. В 2013 г. PUB планирует закончить вторую опреснительную установку с производительностью 70 млн галлонов воды в день. Как ее предшественник NEWater, 4-й Национальный Кран - результат длительных инвестиций PUB в новые технологии и водные исследования.

Политика 4-х кранов позволило Сингапуру из водозависимой превратится в водонезависимую страну, полностью решив национальную водную проблему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Республика Казахстан/Том 1 / Природные условия и ресурсы. Алматы:2010.
2. «International journal of water resources development». Water management in Singapore. Chief editor: Asit K. Biswas/ Editor: Cecilia Tortajada.
3. «Low unaccounted for water» журнал от PUB.
4. www.pub.gov.sg.

ТОПОНИМИЯ КАЗАХСТАНА: ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ. I

А. П. ГОРБУНОВ

Гл. научный сотрудник, д. г. н., профессор (Института географии РК)

Қазақстан Республикасының географиялық атаулар Мемлекеттік тізбесінде келтірілген Қазақстанның кейбір топонимдерінің семантикасы мен этимологиясы бойынша сын ескертулер айтылған.

Высказаны критические замечания по семантике и этимологии некоторых топонимов Казахстана, приведенных в Государственном каталоге географических названий Республики Казахстан.

There are critical analysis of semantic and etymological of some geographical names of Kazakhstan.

В 2009 г. была завершена большая и очень полезная работа по составлению Государственного каталога географических названий Республики Казахстан в 14 томах [1]. В нем помещены материалы по правописанию, семантики и этимологии многих топонимов Республики.

Как и всякий пионерный труд, он, естественно, нуждается в обсуждении, некоторых дополнениях и уточнениях. Этому и посвящена представляемая публикация. Следует заметить, что наука топонимика обладает уникальными особенностями. Например, то или иное объяснение сущности топонима не всегда однозначно. Обычно приводится несколько версий, которые поясняют смысл и происхождение данного топонима. Те из версий, которые представляются наиболее приемлемыми на сегодняшний день, со временем уступают свое место другим трактовками, т. к. появляются новые факты и суждения.

Таким образом, топонимия любой местности в некоторой степени динамична. Это обстоятельство необходимо иметь в виду при работе с географическими названиями. Следовательно, любое собрание топонимов, включая и каталоги, нуждаются, время от времени, в корректировке.

Топонимы диалектного происхождения. В Каталоге просматривается тенденция унификации топонимов с позиций казахского литературного языка. Но некоторые из них имеют диалектное происхождение. Известно, что в южном диалекте казахского языка присутствует звук **ч**. Естественно, что некоторые топонимы содержат этот звук, чуждый литературному языку. Об этом в свое время писал выдающийся знаток диалектов казахского языка С. Аманжолов [2]. В качестве примера он привел топоним Чакпак (Шакпак в каталоге). Поэтому такие географические названия как: Чарын, Чилик, Чунжа, Чолак, Чамалган, Чу, Чардара, видимо, следует сохранить в обиходе. Они свидетели истории казахского языка, а поэтому имеют право на существование.

Уточнение правописания и толкования топонимов, их этимология и семантика. Большое Алматинское озеро. Ранее оно именовалось Жосалыкель, некоторое время, с конца 19 в. – Алматинским, затем Больше – Алматинским, которое превратилось позднее в Большое Алматинское. Предыдущее название определяло его положение в бассейне Большой Алматинки, а не размеры, т. к. Малого Алматинского озера в этих краях нет.

Жосалыкель – Охристое озеро (казах.). Крутой осыпной склон восточной экспозиции, сходящий к озеру, имеет местами красноватый окрас за счет розоватых гранитов. С этим, видимо, и связано название озера. К западу от озера находится перевал Жосалыкезен. По нему проходит тропа в долину реки Проходной. На перевале горные породы не имеют охристый окрас. Поэтому можно предположить, что ранее он именовался Жосалыколкезен, т. е. «Седловина Охристого озера». Но со временем при переходе из устной формы в письменную его название сократилось. В Каталоге предлагается озеро именовать Улкен Алматыкол. Это перевод русского названия в казахское, а первичный топоним, таким образом, исчез. Необходимо возродить народный топоним, т. е. Жосалыколь.

Заилийский Алатау. Этот хребет уже более ста лет известен под этим названием. Топоним в свое время предложил известный ученый и путешественник П.П. Семенов, к фамилии которого в 1906 г было добавлено прилагательное Тянь-Шанский. Он следовал из Семипалатинска в укрепление Верное. Поэтому хребет для него оказался за рекой Или. Если бы путешественник двигался со стороны Чимкента, он бы его мог назвать Предилийским. Это книжное название вошло в обиход в

связи с тем, что местное население обычно называло Джунгарский и Заилийский Алатау просто Алатау. При составлении географических карт появилась необходимость в конкретизации топонимов. В недавнее время вошел в обиход казахский вариант этого названия – Иле Алатау, в основе которого, видимо, лежит прежнее книжное русское наименование.

В обозримом прошлом, кроме Алатау, этот хребет иногда называли Усюн-Алатаг или Алматы Алатау. Последний топоним отражает особенность гор, в которых произрастают дикие яблони. Иле Алатау – неудачное название, т.к. хребет расположен вдали от реки Или, которая не имеет прямого отношения к означенным горам.

Река и долина Проходная. Река правый приток Большой Алматинки (Улкен Алматы). Ранее, еще в середине 19 в. она именовалась Орта Алматы. Ч. Валиханов [3,4] включая ее в группу Трех Алматы – Киши, Улкен и Орта. В книге известного русского геолога И.В. Мушкетова в конце 19 в. приведено название этой реки и долины – Уртасай, т.е. Ортасай – Средняя долина.

Горы Коктау, Коктау – широко распространенное в старые времена название высоких гор. Так в течение нескольких столетий именовалась наиболее высокая часть Джунгарского (Жетысу) Алатау. Топоним означает не Синие, а Небесные, т.е. высокие горы. Известно, что некоторые высокие перевалы в Центральной Азии содержат в своем названии слово кок (кёк). Поэтому с исторических и географических позиций следовало бы возродить прежний топоним, а не изобретать новый книжный Жетысу Алатау.

Заметим, что на карте Левшина 1831 г.[5] в Жетысу отмечены хребты Юсун - Алатау (вероятно, Усюн Алатау), Алтын-Емель, Чолтык (Чолак или Шолак ?), хребет Снежных гор – видимо, перевод топонима Карлытау.

Горы Канчингиз,(Ханшынгыз) и Чингизтау (Шынгызтау). Два горных массива на восточной окраине Сарыарки. Первичный топоним, вероятно, Шыгыс или Шыгыстау, т. е. Восток или Восточные горы. Действительно, эти относительно невысокие горы самые восточные в Сарыарке. После возникновения улуса Джучи или во времена Джунгарского ханства ороним трансформировался в антропоороним. Чингизхан здесь не проходил, т. ч. отсутствовала скольконибудь обоснованная причина такого изменения топонима. Скорее всего, это типичная народная (наивная) этимология. На карте с названием Чингиз Тау горы появились только во второй половине XIX в. Видимо, до этого их первичное наименование передавалось изустно.

Озеро Бозколь. Оно расположено в верховье реки Есика (Иссыка), в Заилийский Алатау. Беловатое озеро (каз.). Не исключено, что это искаженное слово «боскёль», что означает Пустое озеро (каз.). Ведь озерная котловина заполняется водой на короткое время в июле-августе во время интенсивного таяния ледников. Обычно котловина безводна, пустая.

Озеро Акколь. Оно находится в истоках реки Есик (Заилийский Алатау) примерно в 3 км от конца ближайшего ледника. Воды его окрашены в изумрудные тона, поэтому нельзя говорить о нем как о Белом озере. Скорее название означает Проточное озеро.

Жетысу Алатау. В каталоге предложено заменить прежний книжный топоним Джунгарский Алатау на Жетысу Алатау как на более обоснованный с исторической и географической позиций. Однако трансформация казахского топонима на русский лад чрезвычайно неудачная - Жетысуский Алатау. Этот вариант топонима трудно произносим и по- русски, и по- казахски. Еще труднее его представить на картах дальнего зарубежья, скажем, на английских. Как кажется, не было надобности руссифицировать этот топоним. Говорим же мы Кунгей или Терскей Алатау, а не Кунгейский или Терскейский.

Джунгарские Ворота в каталоге предлагается заменить на Жетысуские ворота. Но на карте 1812 г. примерно в этом месте отмечены горы Капчига, т. е. Капшагай. Этот ороним может означать теснину, узкую долину с крутыми бортами, но и горный проход [6]. Поэтому желательно сохранить прежний топоним, но несколько его конкретизировать: Жетысу Капшагай – Проход в горах Жетысу. Его минимальная ширина 11 км.

Шилик, Чилик - левый многоводный приток Или в пределах Алматинской области. Берет начало на ледниках Кунгей и Заилийского (Иле) Алатау. В каталоге топоним Шилик (Чилик) связывается с народным казахским названием разновидности ивы. В дельте Чилика произрастают четыре вида ивы, среди которых отсутствует ползучая ива, т. е. шілік. Она характерна для Саур-Тарбагатай, что отразилось в названии тамошней долины Чиликты (Шиликты).

Предлагаем другие толкования топонима. Известно, что чилик, по-киргизски, означает чашу, густые заросли [7]. Действительно, даже в наше время здесь непроходимые заросли, состоящие в основном из ив, облепихи, барбариса, шиповника и тамариска (гребенщика). Они занимают площадь во много сотен гектаров. Нигде более в бассейне Или не встречаются столь грандиозные по размерам массивы древесно-кустарниковой растительности. Русское слово чилига, означающее чащобу, восходит к тюркской корневой основе чилик

Далее, в рунических письменах древних тюрков есть слово силик – чистая. Интересно, что на карте И. Рената 1720 г. эта река именуется Силик (Silick). Это сходство наводит на предположение, что в древности название реки характеризовало ее чистые воды в отличие от мутных, столь свойственных для Или, в которую впадает Чилик.

Есть и другие версии семантики и этимологии гидронима Чилик – Шилик.

Так, по свидетельству С. Аманжолова [2], крупнейшего знатока казахских диалектов, это местный топоним. Он осмысливается как неделимое, лишнее уголье. Оно, следовательно, не входило в размежевание пастбищ между группами здешнего населения.

По мнению крупнейшего российского тюрколога В. В. Радлова, слово чилик обозначает растения, пригодные для топлива.

В каталоге совершенно справедливо замечено, что название поселка Челек, которое появилось в последние годы, является ошибкой. Возникла нелепость: поселок Челек (Шелек), а река Чилик (Шилик).

В наше время в туристических кругах имеет широкое хождение абсолютно нелепое толкование: челек – ведро (казах.) или бочка (кирг.) Такое объяснение – классический пример наивной этимологии. Оно не имеет под собой никакой географической основы.

Шарын или Чарын - река и каньон на востоке Алматинской области. Крупный левый приток Или. Наименование гидронима восходит к древнетюркскому или староуйгурскому слову чарун – названию реликтового ясеня. Он произрастает ныне в каньоне Чарына. Это необыкновенное дерево, Ясень реколюбивый, в возрасте около 300 лет достигает в высоту 35 м, а его ствол – нескольких обхватов. У него огромная крона. Внешне у ясеня много сходного с платаном, т. е. чинарой. У него очень ценная древесина, она легко обрабатывается. Поэтому из нее можно изготавливать деревянную посуду и различные емкости для воды или сыпучих материалов. Вероятно, из стволов ясеня делали дубленые лодки. Древесина его весьма пригодна для производства струнных музыкальных инструментов. Естественно, что с давних пор ясень привлекал к себе внимание. Можно уверенно говорить, что именно его название чарун или жарун легло в основу наименования гидронима Чарын [8,9,10]. Добавим, что на карте И. Рената Чарын назван Зарум (Zarum).

Есть другие семантические версии этого гидронима. Например, по-киргизски шар – река с быстрым течением, не встречающая преграды. Киргизское слово чар означает разнолесье по берегу реки. Но обе эти характеристики присущи многим рекам Семиречья. Они не отражают уникальные особенности каньона Чарын. Река, конечно, названа по урочищу Чарун, которое ныне именуется Сарытогай.

В Каталоге название Чарын связывается с монгольским словом шар, т. е. желтая. И с географических, и с исторических, и с лингвистических позиций такая семантика и этимология неприемлема.

Какпак. Поселок, урочище, реки и перевалы на востоке Алматинской области. Вероятно, это измененное топографами слова какпа (каз.) или капка (кирг.), означающие ворота, проход, ущелье. Другая версия: Какпак – «с нависающей скалой», кажется менее убедительной, хотя для названия урочища она вполне годится. Но для населения здешних мест гораздо важнее знать не местную достопримечательность, а возможность прохода по долинам Улкен и Орта Какпаку к перевалу через Терской Алатау, который ведет к благодатным пастбищам по берегам реки Сарыджас.

Заметим, что с таким названием есть поселок в Южно-Казахстанской области. От него идет дорога через проход в низкогорном отроге Каржантау. Там нет никаких нависающих скал.

Это географическое название на картах и в других публикациях часто искажают, превращая в Кокпак. Кстати, в древнетюркском языке ворота или горный проход назывались капаг [13].

Акколь. Это высокогорное озеро находится в истоках реки Есик. В каталоге оно осмысливается как Белое озеро. Но на самом деле воды озера кажутся голубыми. Поэтому топоним Акколь, скорее, означает проточное озеро, что соответствует действительности.

Согеты и Бугыты. Пустынные низкие горы на востоке Алматинской области. Авторы каталога толкуют их как – Маральи и Оленьи. Сказано, что по-монгольски марал – согоо. Связь этого слова с топонимом весьма сомнительна. К тому же зоогеографы категорически возражают против такой семантики, т. к. пустынные горы не могут быть местом обитания маралов и оленей вообще.

Приведем иные трактовки упомянутых топонимов. Есть и в казахском языке слово сөгеті [11]. Так именуется в народе пепельно-серая разновидность ивы. Она и ныне произрастает по некоторым ущельям Согеты. В старокиргизском диалекте ива именовалась сөгёт. В сквозной долине гор Согёты, по которой проходит автомобильная дорога из Алматы в Чунжу, местами встречаются крупные экземпляры белой ивы. Ее казахское название – ак тал. Заметим, что на южном макросклоне Кунгей Алатау в бассейне Иссык-Куля и в долине Таласа есть небольшие речки с названиями сөгёт. Согёт – наименование села в долине Таласа, Киргизия.

Бугутты или Бугыты. На некоторых картах приводится другой топоним – Богетты, точнее – Улькен-Богетты. Богетты – место, где много запруд. Но их здесь нет.

Интересный факт. В одной исторической хронике находим, что в XV в. войско Улугбека переправились здесь через реку Богути. Все это наводит на мысль, что отрезок реки Чарын в нынешнем урочище Сарытогай в те времена именовался Бугыты. Конечно, тогайный лес этих мест – подходящая среда для обитания олений. Может быть, позднее название реки и урочища перешло и на соседний горный массив.

Но самого престольного внимания заслуживает еще одно объяснение смысла приведенных топонимов. В казахском языке есть одно очень интересное словосочетание – бөгет-сөгет [12]. Оно означает преграду. Бугыты и соседние Согеты представляют единый пустынный скальный горный массив. Он является препятствием на пути перегона скота от зимних пастбищ (кыстау) Илийской долины на летние (жайлау) в отрогах Северного Тянь-Шаня.

Туйыксу или Туюксу. По имени этого высокогорного урочища, которое находится в верховье Киши Алматы (Малой Алматинки), назван ледник. В каталоге топоним осмысливается как замкнутая долина. Но ведь все горные долины в своих верховьях в той или иной мере замкнутые. Следовательно, название урочища не характеризует его особенность и отличие от других горных долин. Туюк может означать и тупик. Так именуют горные долины, в которых отсутствует перевал, они, следовательно, непроходимые [13] – информация весьма ценная. Именно такой является и долина Малой Алматинки.

Топонимы на границах государств – проблемы и предложения. Плато Устюрт, Устирт. Впервые на карте название плато в виде Усть Урт появилось у А. И. Левшина [5]. Заслуживает внимание один интересный факт. Он находится в описании пути из Оренбурга в Хиву самарского купца Д. Рукавкина в середине 18 века. Путешественник сообщил, что между Аралом и Каспием расположены горы, называемые сыртом. Их имя Юрняк [14]. Я. П. Гавердовский упоминает в начале 19 в. горы Ирняк. Они размещаются по западному побережью Арала. Возможно, это урезанный и сильно искаженный топоним Устюрт.

А.Эверсманн и Т.-Ф. Базинер многократно упоминают Устюрт во время своих путешествий в 1825 – 1826 и 1842 гг.

Можно предположить, что топоним Устюрт существует с XVI в. Он возник, видимо, во времена Ногайской Орды (XV - XVI вв.), самоназвание которой было Мангытюрт. Устюрт как бы противопоставлен низменному пространству Северного Прикаспия, на котором размещался Мангытюрт. Топоним, вероятно, имел устное хождение, и не был закреплен письменно. Он означает Возвышенная страна обитания, а не просто Возвышенность – Устирт. Устюрт – общетюркский топоним. Местность находится на территории Казахстана, Узбекистана и Туркмении. Поэтому логично сохранить этот общетюркский топоним без изменений, т.е. Устюрт.

Хантенгри – высочайшая вершина Казахстана. Правильное осмысливание этого топонима – Небесный или Божественный Властелин, а не Властелин Неба. Ведь небо в языческие времена рассматривалось как высшее божество. Оно не могло быть подвластным кому-либо или чему-либо.

Киргизы называют Хантенгри по-другому – Кантоо. Киргизское слово *кан* имеет двоякий смысл, который определяется контекстом. *Кан* – это и «хан», это и «кровь». Киргизские топонимы

мисты осмысливают топоним как Хан или Царь Гора. Действительно, Хантенгри резко выделяется своей величественностью на фоне соседних горных вершин, как это и положено царям.

Хантенгри находится на границе Казахстана и Кыргызстана. Поэтому казахами и киргизами называется по-разному. Возникает проблема: как именовать эту красивейшую гору на международных картах. В каталоге приведен казахский вариант топонима Хантанири. Название это новое и несколько отличное от прежнего. Логика подсказывает, что наиболее приемлемый топоним – Хантенгри. В основе его древнетюркское слово «тәнри», которое произносится через носовое «н». Поэтому в русской транскрипции к букве «н» добавляют «г».

Это традиционный и очень древний термин. Кроме тюркских, он присутствует и в других языках, включая монгольский и даже шумерский. Его звучание от одного языка к другому меняется, но узнаваемо.

Переименование древних топонимов на современный лад ведет к потере исторических вех.

Терскей (Терискей) и Кунгей Алатау – два хребта Тянь-Шаня. Частично они протягиваются по границе Казахстана и Киргизии. Поэтому в киргизских публикациях первый именуется Тескей-алатоо, второй – Кюнгей -алатоо. Возникает проблема как их именовать на международных картах? Вероятно, следует сохранить широко известные и традиционные топонимы Терскей и Кунгей Алатау.

Еще некоторые замечания. В южном диалекте казахского языка есть географический народный термин тума [1]. Он обозначает восходящий источник или родник [6]. В Каталоге тума определяется неверно – нисходящий источник.

В Каталоге не всегда следует приводить дословный перевод некоторых топонимов. Необходимо их толкование, т. е. объяснение смысла. Примеры: жетысай, жетыжол, жетысу, жетыкара, жетыарал и ряд других. В казахском, русском, санскрите и некоторых других языках числительное семь часто означает неопределенное множество. Поэтому правильнее толковать упомянутые топонимы: много балок, много дорог, многогоречье, многогорье и т.п. Необходимы расспросы местных аксакалов о правильном произношении топонимов какпак, чилик, дегерес, чарын и других.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный каталог географических названий Республики Казахстан. Т. 1 -14, РКП «НКГФ», 2003 – 2009 гг.
2. *Аманжолов С.* Вопросы диалектологии и истории казахского языка. Алматы, «Санат», 2001, 608 с.
3. *Валиханов Ч.Ч.* Географический очерк Заилийского края. // Ч.Ч. Валиханов. Собрание сочинений в пяти томах, т. I, Алма-Ата, Главная редакция Казахской советской энциклопедии, 1984, с. 173 – 180 .
4. *Горбунов А. П.* Юго - Восток Казахстана в очерках Ч.Ч. Валиханова// Вопросы географии и геоэкологии, 2010. № 1, с.71– 74
5. *Левшин А. И.* Описание киргиз-казачьих или киргиз-кайсацких орд и степей. Алматы: Санат, 1996, 856 с.
6. *Мурзаев Э. М.* Словарь народных географических терминов. В двух томах. Т. 1 340 с, Т. 2 354 с. М.: Картгеоцентр – Геодезиздат. 1999.
7. Киргизско – русский словарь. М., «Советская энциклопедия», 1965, 973 с.
8. *Кашигары М.* Диван Лугат ат-Турк. Перевод с арабского и комментарии З.-А. М. Ауэзовой. Алматы: «Дайк-Пресс», 2005, 1288 с
9. *Мухаммед Хайдар Дулат.* Тарих-и Рашиди. Алматы: «Санат», 1999, 652 с.
10. *Конкашпаев Г. К.* Словарь казахских географических названий. Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1963, 185 с.
11. *Калиев Б.* Русско-казахский словарь названий растений. Алматы, «Ана тілі», 1993. 103 с.
12. Казахско – русский словарь. Алматы, «Дайк-Пресс», 2002, 1008 с.
13. *Мурзаев Э. М.* Тюркские географические названия. М., «Восточная литература» РАН, 1996, 253 с.
14. *Греков В. И.* Очерки по истории русских географических исследований в 1725 – 1765 гг. М., Издательство АН СССР, 1960, 425 с.

НОВАЯ КАФЕДРА НА ФАКУЛЬТЕТЕ ГЕОГРАФИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ КАЗНУ им. АЛЬ-ФАРАБИ

С сентября 2011 г. на факультете географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби образована кафедра географии, землеустройства и кадастра. Она создана на базе кафедр экономической и социальной географии, физической географии и, частично, геоморфологии. Эта кафедра – самый крупный коллектив географов высшей школы РК. Ее профессорско-преподавательский состав насчитывает 42 сотрудника, среди которых 10 докторов наук (столько же, сколько в Институте географии МОН РК), 2 профессора КазНУ, 12 кандидатов наук, доцентов, 14 преподавателей, 4 специалиста.

Миссия кафедры – подготовка конкурентоспособных специалистов с современным элитарным высшим образованием, ориентированных на решение проблем интенсивного развития важных направлений экономики и науки. Мы предоставляем лицензированные образовательные услуги в соответствии с ГОСО и отвечающие требованиям потребителей. Кафедра нацелена на непрерывное обновление и оптимизацию кредитной системы обучения, улучшение качества профессиональной подготовки выпускаемых специалистов и удовлетворение потребностей рынка труда. Задачей кафедры является подготовка не только квалифицированных специалистов, востребованных на рынке труда, но личностей, обладающих ключевыми компетенциями, позволяющими им реализовать свои возможности, раскрыть свой творческий потенциал в сложных экономических условиях.

Следуя мировым тенденциям развития высшего образования, в КазНУ проведена масштабная модернизация образовательной деятельности, акцент в обучении делается на компетентностный подход, т.е. проектирование образовательных программ проводится с учетом запросов работодателей и определением полного набора знаний, умений и навыков будущего специалиста.

Основной особенностью и преимуществом экспериментальных образовательных программ является их сопоставимость с программами ведущих университетов мира, таких как университеты Кембриджа, Оксфорда, Беркли, Бостона и др. Сопоставимость образовательных программ с зарубежными программами существенно повысила академическую мобильность наших обучающихся. Наши студенты и магистранты получили реальную возможность выезжать на академический период за рубеж для освоения определенного объема кредитов в ведущих вузах мира, с последующим перезачетом освоенных кредитов.

География на протяжении десятков лет являлась неотъемлемой частью структуры классического университетского образования. Вместе с тем на кафедре уже третий год ведется обучение по двум новым, взаимно дополняющим друг друга, специальностям – «Землеустройство» и «Кадастр».

Землеустройство представляет собой систему государственных мероприятий, включающую организацию наиболее полного, рационального и эффективного использования земли, создание условий для повышения культуры земледелия, охрану земель, осуществление решений государственных органов в области землепользования. Земельный кадастр – это систематизированный свод документированных сведений о природном, хозяйственном и правовом положении и целевом назначении земель. Кадастр ведется в целях землеустройства, оперативного мониторинга земель, их экономической оценки и учета стоимости земли в составе природных ресурсов (согласно «Земельному кодексу РК»).

На кафедре осуществляется трехуровневая подготовка кадров по международным стандартам: бакалавриат (4 года), магистратура (2 года), докторантура PhD (3 года). Обучение ведется на государственном и русском языках, отдельные дисциплины читаются на английском языке. В 2011/12 учебном году на кафедре обучается 321 человек, в том числе 125 студентов по специальности 5В060900 – География (научная), 42 студента – по специальности 5В011600 – География (образовательная), 52 - по специальности 5В090300 – Землеустройство и 63 – по специальности 5В090700 – Кадастр. В рамках специальности География проходят обучение 33 магистранта и 6 докторантов PhD. По всем специальностям на кафедре разработаны типовые программы обучения и рабочие учебные планы. Кстати, с прошлого учебного года мы готовим специалистов по новой экспериментальной программе, где в учебном процессе количество элективных дисциплин доведено до 50 % от общего числа изучаемых предметов.

Обучение на кафедре осуществляется по следующим направлениям: экономико-географические и социально-географические проблемы пространственной организации территории и расселения населения Республики Казахстан; экономико-географическая оценка природных ресурсов; эколого-географические основы сельскохозяйственного и рыночного использования земельных ресурсов Республики Казахстан, региональные аспекты геополитики и геоконфликтологии в Центральной Азии; экономико-географическая и социально-географическая оценка демографических процессов Республики Казахстан; экономико-географическое районирование и проблемы территориального проектирования и управления; динамика и эволюция природных и социально-экономических систем; геоморфология; современные методы изучения происхождения, динамики и эволюции рельефа суши; изучение влияния антропогенных факторов на природную среду территории Республики Казахстан; разработка научных и прикладных основ управления геозкологическим состоянием природной среды; исследование процессов деградации геосистем и геозкологическое районирование Казахстана для целей оптимизации природной среды; изучение различных направлений физической географии и смежных наук по следующим разделам - ландшафтоведение, почвоведение, геоботаника и экология, геоинформатика, мониторинг природной среды, радиоэкология, гляциология, а также методика преподавания географии.

В магистратуре, в числе других, читаются такие интересные основополагающие курсы, как «Современные ГИС-технологии в географических исследованиях», «Пространственный статистический анализ», «Экономическая оценка минерально-сырьевых ресурсов», «Geography of population and labor resources of the Republic Kazakhstan», «Политическая география с основами геополитики» и др.; в докторантуре PhD – «Географические проблемы управления и прогнозирования природопользования», «Geographical research», «Прямые иностранные инвестиции», «Глобальные и региональные тренды развития» и др.

Кафедра полностью оснащена компьютерами последних модификаций, современной оргтехникой (сканеры, принтеры, ксероксы) и мебелью. У нас, как и на других кафедрах и подразделениях факультета, работает созданная в КазНУ уникальная информационная Интранет-система «Универ», объединенная сетью из 3500 компьютеров. «Универ» - это локальная информационная сеть КазНУ, которая обеспечивает высокий уровень автоматизации управления учебным процессом. Она пробуждает инициативу студентов и их прямую заинтересованность в результатах обучения. Доступность и прозрачность Интранет-системы создает новый уровень защиты от коррупции.

Наличие специальных компьютерных классов позволяет каждому студенту, магистранту, докторанту овладевать современными информационными технологиями, использовать возможности Интернет-ресурсов. Все компьютеры подключены к мировой сети Интернет. С этого года в учебных корпусах и общежитиях функционирует беспроводная сеть доступа в Интернет Wi-Fi. Читальный зал и библиотека обеспечивают необходимой учебной и научной литературой.

Студенты и магистранты активно участвуют в УИРС и НИРС, формируясь как высококлассные специалисты в своей сфере. Важной составляющей НИРС является участие с докладами и сообщениями на научных семинарах, конференциях и симпозиумах. Наиболее интересные доклады магистрантов постоянно публикуются в «Вестнике КазНУ. Серия географическая» и в других географических журналах. Большое внимание уделяется глубокому изучению иностранных языков.

Кафедра совместно с МОН РК участвует в проведении Республиканских студенческих олимпиад, способствуя формированию у студентов знаний по географии и гидрометеорологии и созданию условий для раскрытия их личностного потенциала, профессиональной самореализации и пробуждения интереса к научной деятельности.

Международная деятельность кафедры направлена на повышение положения КазНУ в системе высшего образования Казахстана и дальнейшую интеграцию в мировое образовательное и научное сообщество. Эта работа осуществляется в рамках программ сотрудничества с ведущими зарубежными университетами, реализации международных образовательных программ и проектов, осуществлении совместной научно-исследовательской деятельности, организации научно-практических семинаров и конференций, обмена преподавательскими кадрами и развитию студенческой мобильности.

Руководство кафедры систематически приглашает для чтения лекций и проведения семинаров известных профессоров из ближнего и дальнего зарубежья. Поддерживаются тесные творческие контакты с университетами Великобритании, Германии, Австрии, Китая и др. стран, а также с

НИИ и вузами Москвы, Санкт-Петербурга, Ташкента, Бишкека, Томска и др. городов СНГ. Осуществляется обмен студентов и преподавателей с зарубежными университетами. Докторант по программе PhD М. Каратаев в 2009 г. прошел стажировку в Ноттингемском университете, Великобритания. В 2010 г. 6 магистрантов 2-го курса имели стажировку во Вроцлавском университете экономики, Польша, а магистрант Р. Ботанов был в заграникомандировке в университете г. Гирна, Сев. Кипр, Турция. В конце 2011 г. в такой же командировке в Институте страноведения им. Лейбница в Лейпциге, ФРГ, с посещением Дрездена, был докторант PhD кафедры А. Борангалиев. С ноября 2011 г. по февраль 2012 г. 8 магистрантов кафедры в течение 3,5 месяцев прошли курс обучения в Зальцбургском университете, Австрия. Кроме того, им была предоставлена счастливая возможность совершить экскурсионные поездки в Париж и Венецию.

Одним из важных показателей качества подготовки наших специалистов, их конкурентоспособности является трудоустройство. Выпускники кафедры успешно работают в различных высших учебных заведениях, научно-исследовательских институтах, проектных организациях, национальных компаниях, в частных корпорациях – в Институте географии МОН РК, Агентстве по управлению земельными ресурсами РК, Институте экономики МОН РК, Институте устойчивого развития, Казахском агентстве прикладной экологии, Центре дистанционного зондирования и ГИС «Терра», Институте космических исследований и др. Налаживаются, так сказать, обратные связи между кафедрой и окончившими ее специалистами путем создания Ассоциации выпускников КазНУ.

Научные исследования осуществляются в рамках научно-исследовательских проектов; подготовки диссертаций; публикации монографий, сборников научных статей, выступлений на международных и республиканских научных форумах, проведения студенческих научных мероприятий, внедрения научных результатов в учебный процесс. Сотрудники кафедры ведут исследования по приоритетным направлениям науки:

Экономико-географические проблемы структурной перестройки экономики РК и развития регионов РК (д.г.н. Г.Н. Нюсупова, д.г.н. Ш.М. Надыров);

Проблемы пространственной организации территории и расселения населения РК, социально-географическая оценка демографических процессов РК (д.г.н. Г.Н. Нюсупова, И. Сарсенова);

Региональные аспекты геополитики и геоконфликтологии в Центральной Азии (д.г.н. Ш.М. Надыров, к.г.н. А.Т. Мылкайдаров);

Экономико-географическая оценка природных ресурсов и проблемы природопользования, платежи за использование природных ресурсов (к.г.н. З.К. Калиаскарова);

Экономико-географическое районирование и территориальное проектирование РК, инфраструктура сферы услуг (к.г.н. К.Д. Дуйсебаева, А.С. Иканова, О.Ж. Габдолла);

Эколого-географические основы сельскохозяйственного и рыночного использования земельных ресурсов РК (проф. А.Т. Темирбеков);

Проблемы почвоведения и мелиорации земель (д.с/х.н. Е.У. Жамалбеков, д.б.н. А.А. Науменко, д.г.н. З.Х. Ахметжанова, к.г.н. А.С. Акашева);

Проблемы землеустройства и кадастра, оценка земельных ресурсов (д.т.н. Л.С. Шамганова, д.э.н. Ж.Т. Сейфуллин, к.т.н. Г.К. Джангулова, к.г.н. А.А. Токбергенова, С.С. Абдыгалиева);

Влияние физико-географических, антропогенных и техногенных факторов на формирование природной среды территории РК (д.г.н. М.А. Аскарова, к.г.н. С.С. Тугельбаев, к.г.н. Г. Ш. Оразымбетова, Б.К. Акмолдаева);

Развитие системы агроландшафтоведения (адаптивно-ландшафтного земледелия) в РК (д.б.н. Ж.У. Мамутов, Д. Шокпарова);

Закономерности развития геоморфологических процессов на территории РК и их картографирование, проблемы четвертичной геологии и палеогеографии (проф. С.А. Кусаинов, доцент А.О. Бейсеев, С.М. Дуйсенбаев);

Использование ГИС-технологий в физико-географических, экономико-географических и социальных исследованиях (к.г.н. В.Н. Уваров, Р.К. Карагулова, Р.Ж. Келимбаева, Г.К. Кайранбаева);

Вопросы топонимики территории РК (к.г.н. О.Ж. Сагымбай);

Проблемы горной гидрологии, климатологии и гляциологии в связи с глобальным потеплением. Оценка состояния современного оледенения Казахстана и его прогнозирование в ближайшем и отдаленном будущем (д.г.н. Е.Н. Вилесов).

Ш.М. Надыров и Г.Н. Нюсупова осуществляют руководство рядом международных проектов по грантам. На кафедре работает учебно-методическая подсекция по специальности «География» при РУМСе КазНУ (председатель Г.Н. Нюсупова), действуют два научных семинара. В активе сотрудников – многие сотни публикаций в изданиях РК, ближнего и дальнего зарубежья. За последние годы сотрудники кафедры опубликовали несколько фундаментальных вузовских учебников и учебных пособий – «Физическая география Казахстана», «Жалпы геоморфология», «Торттік геология», «Жер кадастры», «Земельный кадастр Казахстана», «География населения» и др., создали ряд электронных учебников.

Недавно наша кафедра успешно прошла международную аккредитацию, полностью внедрила кредитную систему образования. Ныне кафедра вместе с университетом переживает поистине переломный момент: на месте традиционного классического университета формируется современный инновационный исследовательский университет.

В 2012 г. прием на специальности кафедры по госзаказу, т.е. по грантам, ожидается в количестве 140-150 человек. Профильным предметом на специальности «География» и «Кадастр» является география, а на специальность «Землеустройство» - математика.

Наша страна нуждается в кадрах географов, любящих природу и обладающих пространственным мышлением для правильного управления территориальными ресурсами. Кафедра уже сегодня привлекает своих абитуриентов, амбициозных молодых людей для обучения в области географии, землеустройства и кадастра.

Мы знаем, что в Институте географии есть несколько отличных кандидатов для поступления в докторантуру PhD (Василий Капица, Марина Копытина, Замира Усманова и др.), так сказать, без отрыва от производства. Кафедра с удовольствием примет их в ряды своих докторантов.

Вилесов Е.Н., Нюсупова Г.Н.

АЛДАР ПЕТРОВИЧ ГОРБУНОВ (К 85-летию со дня рождения)

Алдар Петрович Горбунов – ведущий мерзлотвед Казахстана и СНГ, профессор, доктор географических наук, ГНС Института мерзлотоведения СО РАН – родился в Москве 11 августа 1927 г.

Его первые годы жизни тесно связаны с Монголией. Его мама, Елена Петровна Горбунова, попала в Монголию в 1923 г. в качестве участника последней экспедиции известного русского путешественника П.К. Козлова. Отец, Петр Васильевич Всесвятский, юрист по образованию, был командирован в Монголию в 1924 г. для разработки первой Монгольской Конституции. В должности советника Монгольского правительства он проработал в МНР до 1930 г.

Его необыкновенное для русского человека имя появилось на свет раньше него. А получилось это так. Примерно за четыре месяца до его рождения у них в доме в Улан-Баторе останавливался и жил некоторое время выдающийся русский художник, путешественник и философ Николай Константинович Рерих со своей женой и сыновьями. То было перед грандиозным путешествием Рерихов из Монголии через Тибет в Индию. Вот тогда Н.К. Рерих предрек его появление на свет и посоветовал назвать его Алдаром, что по-монгольски означает «слава», «удача», «знатность».

В 1930 г. его семья возвратилась в Москву, а в 1936 г. переехала в Алма-Ату.

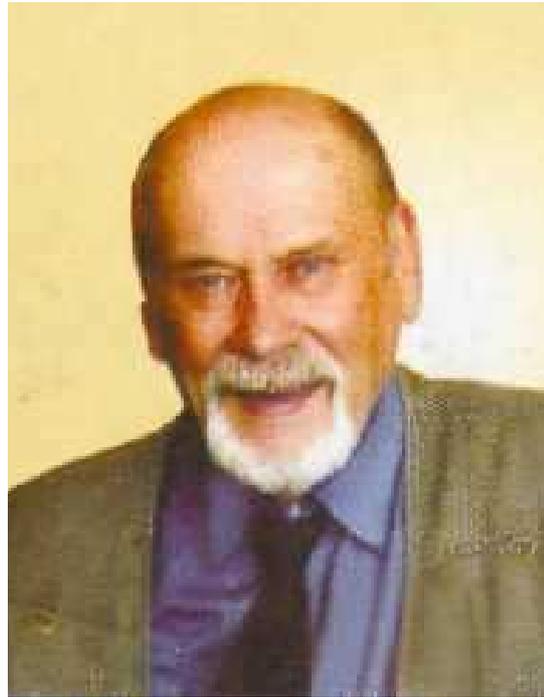
Здесь уместно сказать хотя бы несколько слов о его дяде по матери – Николае Петровиче Горбунове (1892-1938). Н.П. Горбунов – видный советский государственный деятель, с ноября 1917 г. – секретарь Совнаркома и личный секретарь В.И. Ленина, один из организаторов советской науки. Он вместе с О.Ю. Шмидтом и Н.В. Крыленко являлся руководителем Советско-Германской экспедиции на Памире в 1928 г., а в 1932-35 гг. – начальником Таджикско-Памирской экспедиции АН СССР. 3 сентября 1933 г. вместе с Евгением Абалаковым вышел на штурм пика Сталина (позднее – Коммунизма, ныне – Исмоила Сомони, 7495 м), но не дошел до вершины всего лишь 200 м из-за обморожения пальцев ног и остался ждать Абалакова, который помог ему спуститься в лагерь. В 1935 г. избран академиком по специальности «география» и секретарем АН СССР. Н.П. Горбунов был арестован 19 февраля 1938 г., обвинен в шпионаже и по приговору ВКВС СССР расстрелян 7 сентября того же года. Полностью реабилитирован 13 марта 1954 г.

Такая же горькая судьба постигла и отца Алдара П.В. Всесвятского, объявленного «врагом народа» и расстрелянного в Алма-Ате 12 октября того же 1938 г. Отец был реабилитирован 29 июля 1956 г.

В 1941 г. началась Великая Отечественная война. В возрасте 15 лет он, ученик средней школы Алма-Аты, был направлен в 1942 г. на учёбу в школу ФЗО (фабрично-заводского обучения) при военном заводе, который именовался для конспирации механическим заводом № 3 и определен модотобоёцем. Весной 1943 г. Алдар с отличием окончил школу ФЗО, ему присвоили квалификацию – кузнец 4 разряда.

Затем он трудился рабочим в геологической экспедиции, охранял фруктовые сады. Осенью 1943 г. стал студентом Севастопольского судостроительного техникума, который тогда был эвакуирован в Алма-Ату. 1946 г., завершив три курса судостроительного техникума, он перешел в Казахский педагогический институт, который окончил в 1950 г.

После второго курса института, летом 1948 г., Алдар попал в состав экспедиции, которой руководил известный гляциолог Г.А. Авсюк. В окрестностях метеостанции Тянь-Шань, расположенной на высоте около 3600 м, от основной части экспедиции отделилась небольшая группа, состоя-



щая из М.А. Глазовской и Алдара. Они пересекли по диагонали Внутренний Тянь-Шань. Их транспортом были верховые лошади, а объектом исследования - почва высокогорий.

А.П. Горбунов копал шурфы с отбором образцов почв и горных пород. Вот здесь-то и состоялась «встреча» с горной мерзлотой: в некоторых шурфах высокогорий на глубинах 1-1,5 м вскрывался в конце лета мерзлый грунт. М.А. Глазовская обратила его внимание на это обстоятельство, заметив, что мерзлые породы высокогорий до сих пор совершенно не изучены, что они ждут своего исследователя.

После окончания института А.П. Горбунов остался в аспирантуре при кафедре физической географии. Кандидатскую диссертацию «Очерки по истории физико-географических исследований Казахстана (XVII, XVIII и XIX вв.)» защитил в Москве в Институте географии АН СССР в 1954 году. Тогда же начал свою педагогическую деятельность старшим преподавателем кафедры геологии в родном институте.

С 1956 г. А. П. Горбунов изучает вечную мерзлоту в высокогорьях Тянь-Шаня, Памира и Алтая. Побывал во многих горных системах мира - в Андах, Альпах, на Кавказе, в Хибинах, в горах Китая, Монголии, Забайкалья и Камчатки.

На первых порах ему очень помог директор Тянь-Шаньской физико-географической станции, известный гляциолог Киргизии Р.Д. Забиров, предложив ему заняться вечной мерзлотой.

С 1956 до 1967 г. геокриологические исследования в Тянь-Шане проводились Горбуновым совместно с сотрудниками Тянь-Шаньской физико-географической станции. Собранные полевые материалы и анализ фондовых источников позволил составить общую картину географии вечной мерзлоты этой горной страны, выявить основные закономерности распространения и морфологии криогенных форм рельефа.

В последующие годы (1968-1971) изучение вечной мерзлоты Алдаром Петровичем проводилось с позиций гляциального селеобразования. В эти годы он работал начальником сектора гляциальных селей Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института. Были проведены обследования вечномерзлых ледниковых морен в Заилийском Алатау и Киргизском хребте; выявлена специфика взаимодействия талых ледниковых вод с мерзлыми породами, что является одной из главных причин подготовки селеопасной ситуации.

В 1971 г. Горбунов перешел в Институт мерзлотоведения СО АН СССР. Под его руководством проводились систематические исследования многолетней и сезонной мерзлоты и криогенного рельефообразования в горах Казахстанского Алтая, Тянь-Шаня, Джунгарского Алатау, Памиро-Алая и в других горных регионах. Эти исследования охватили и равнинный Казахстан, где изучались следы былого многолетнего промерзания и современное криогенное рельефообразование.

В декабре 1974 г. он защитил докторскую диссертацию «Пояс вечной мерзлоты Тянь-Шаня» на географическом факультете МГУ. Он очень опасался, что на защите развернется дискуссия по термину «вечная мерзлота», словосочетание, широко используемое в диссертации, но уже немодное в то время. Очень серьезно готовился к этому: проштудировал словари В.И. Даля и столпов русской словесности. Но все обошлось - дискуссия по этому вопросу не состоялась.

В феврале 1976 г. стационар в Заилийском Алатау был преобразован в Казахстанскую высокогорную геокриологическую лабораторию ИМЗ СО АН СССР, которой Горбунов руководил до 1990 г. В период деятельности стационара и лаборатории были собраны обширные материалы по геокриологии Памиро-Алая, Тянь-Шаня, Джунгарского Алатау, Саур-Тарбагатаю и Казахстанскому Алтаю. Проводились исследования и в Северном и Центральном Казахстане, где изучались современные криогенные образования (бугры пучения, туфуры, морозобойные трещины) и древние мерзлотные структуры (клиновидные образования, криотурбации, полигональные системы и т.п.).

Геокриологические исследования проводились также в горах соседнего зарубежья. Летом 1986 и 1987 гг. Горбунов работал в составе Советско-Монгольской геофизической экспедиции в предгорьях Саян, в Дархатской и Хубсугульской котловинах, в горах Хангая и в отрогах Хэнтея. Впервые на территории МНР были обнаружены повторно-жильные льды в Дархатской котловине и собраны другие материалы по геокриологическим условиям региона.

В 1990-1991 гг. вместе с сотрудниками лаборатории и с китайскими геокриологами Горбунов работал в Восточном Тянь-Шане (долина р. Урумчи) и в Богдошане. Здесь были пробурены скважины на высотах 3350-3540 м, которые позволили китайским ученым уже в 1992 г. произвести первые измерения температуры криолитозоны в бассейне р. Урумчи. Во время экспедиционных

работ были собраны сведения о наледях, структурных грунтах, каменных глетчерах и формах морозного пучения. Все эти материалы обобщены в совместном советско-китайском сборнике научных работ, изданном на английском языке в 1993 г.

В 1990 г. Горбунов был приглашен известным южно-американским геокриологом Артуро Корте в Аргентину для обсуждения проблем, связанных с изучением альпийской криолитозоны и каменных глетчеров. Экскурсия в среднегорный ярус Анд познакомила его с древними позднеплиоценовыми моренами и раннечетвертичными криогенными деформациями в т.ч. псевдоморфозами по ледяным клиньям, впервые обнаруженными обнаружены в Андах Мендосы А.П. Горбуновым.

В 1991 г. Горбунов принял участие в работе Международного совещания по альпийской криолитозоне, швейцарском курортном Интерлакене. Результаты исследований и свои впечатления о дальних странах Алдар Петрович изложил в увлекательной книге о горной мерзлоте мира «Вечная мерзлота гор: от экватора до полярных широт» (ОФППИ «Интеграл», Алматы, 2003).

Основные итоги полувековых геокриологических исследований Горбунова в горах Средней Азии и Казахстана таковы.

- Установлена структура высотной геокриологической поясности в горах Памиро-Алая, Тянь-Шаня, Джунгарского Алатау и Саур-Тарбагатай, выявлена зависимость распространения вечной мерзлоты от конкретных физико-географических условий, собраны материалы по строению криолитозоны и ее термике. Проведена оценка объемов подземных льдов в криолитозоне названных горных систем. Эти достижения отражены в его книге «Геокриологические условия Тянь-Шаня и Памира» (в соавторстве с Э.В. Северским и С.Н. Титковым, ИМ СО РАН, Якутск, 1996).

- Изучена география криогенных форм рельефа, собраны материалы по их морфологии, а в отдельных случаях - по их динамике. Составлены геокриологические карты различных типов и масштабов по обследованным горным регионам. Установлена максимальная толщина криолитозоны в Тянь-Шане, равная 350 м.

- Собраны и обобщены материалы по каменным глетчерам (их распространение, морфология, строение, генезис, динамика, эволюция, типизация). Все это нашло отражение в монографии «Каменные глетчеры гор Средней Азии и Казахстана» (в соавторстве с С.Н.Титковым), изданной в Якутске в 1989 г. В Новосибирске в 1988 г. была издана научно-популярная книга «Каменные ледники». Книга с С.Н.Титковым явилась первой монографией такого рода в б. СССР, вторая - первой публикацией научно-популярного характера по данной тематике в мировой практике.

- Проведены геокриологические исследования на равнинах и на мелкосопочнике Северного и Центрального Казахстана, где выявлены перелетки мерзлых пород и обследованы такие современные криогенные образования как туфуры и морозобойные трещины.

- Палеогеокриологические исследования позволили установить, что на равнинах Казахстана в плейстоцене граница области вечной мерзлоты смещалась к 45-43° с.ш., а в горах Тянь-Шаня нижняя граница пояса вечной мерзлоты снижалась до уровня 1000 м (сейчас она находится на высотах около 2700 м).

Кроме «чистых» геокриологических исследований, Горбунов уделял внимание изучению селевых явлений. С использованием дендрохронологического и лихенометрического методов установлена повторяемость селевых событий за последние 200-300 лет. Совместно с Э.В. Северским он опубликовал книгу «Сели окрестностей Алматы. Взгляд в прошлое» (Алматы, 2001).

Другие исследования Горбунова в разные годы были связаны с изучением генезиса двух горных озер Заилийского Алатау - Большого Алматинского и Иссыка (Есика). Удалось выяснить, что первое возникло во время грандиозного землетрясения около 2 тысяч, а второе - 4,5-10 тысяч лет назад.

Впервые в мировой практике А.П. Горбунов с коллегами исследовали геокриологические условия сохранения древних захоронений в курганах Казахстанского Алтая, в долине р. Бухтармы. Итоги этих работ опубликованы им в соавторстве с археологом З.С. Самашевым и Э.В. Северским в двух книгах, одна из них была издана в 2005 г. на английском языке.

Ученого постоянно интересуют любые сведения о криогенных образованиях высоких гор тропиков и субэкваториальных районов. Он следит за публикациями по этой проблеме, переписывается со многими исследователями высокогорий из дальнего зарубежья и обобщает их в статьях, издаваемых в международных журналах.

А.П. Горбунов принимал участие в ряде Международных конференций по мерзлотоведению (Якутск, 1973; Канада, 1978; Китай, 1993), является членом рабочей группы по горной мерзлоте Международной ассоциации по мерзлотоведению.

За время своей педагогической деятельности он подготовил лекционные курсы по динамической геологии с основами минералогии и петрографии, исторической геологии, геоморфологии, гидрологии, физической географии СССР и Казахстана, истории географических исследований Казахстана, топонимике, палеогеографии, геокриологии, основным проблемам физической географии. Им подготовлено 5 кандидатов наук по геокриологии. Является автором более 200 статей, брошюр и монографий.

В течение многих лет юбиляр живо интересуется топонимикой гор Центральной Азии. Рассматривая топографические карты, он всегда пытается проникнуть в смысл географических названий, понимая, что они таят в себе часто очень важную информацию. Толкованиям географических названий и терминов горных районов Казахстана, Кыргызстана и Таджикистана посвящены его книги «Географические имена в горах Центральной Азии» и «Горы Центральной Азии» (Алматы, 2006).

Другое его увлечение - путешествия. Удовлетворяя свою страсть к ним и любознательность, он побывал почти во всех республиках б. СССР. В качестве туриста, участника экспедиций и конференций он побывал в 23 странах. Среди них такие экзотические как Аргентина, Кения, Танзания, Египет, Ливан и др. Особенно запомнились ему картины природы Англии, Италии, о. Занзибар, Швейцарии, Австрии.

У географа Алдара Петровича и семья сугубо географическая. Его супруга, Евгения Михайловна, кандидат наук, в 50-60-е гг. работала в секторе географии АН КазССР, а затем – долгое время в академическом Институте почвоведения. Одна из дочерей, Ирина Алдаровна, тоже кандидат географических наук, ныне является доцентом кафедры геохимии ландшафтов Московского университета.

И ныне профессор А.П. Горбунов активно, как и в молодости, занимается научной работой, являясь главным научным сотрудником Казахстанской высокогорной геокриологической лаборатории Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН и Института географии МОН РК. В 2011 г. из-под его пера вышла очередная монография «Природа Казахстана: история познания», в которой рассмотрена история физико-географического изучения страны с античных времен до наших дней.

Географы Казахстана от всего сердца поздравляют Алдара Петровича со знаменательным юбилеем и желают ему всяческих благ, успехов, творческой молодости и здоровья на долгие годы.

Вилесов Е. Н., Северский И.В.

ЕВГЕНИЙ НИКОЛАЕВИЧ ВИЛЕСОВ

(К 80-летию со дня рождения)

4 августа 2012 г. исполнилось 80 лет одному из старейших и ведущих гляциологов, доктору географических наук, профессору кафедры географии, землеустройства и кадастра Казахского национального университета им. аль-Фараби Евгению Николаевичу Вилесову.

Судьба распорядилась так, что еще будучи студентом географического факультета Уральского государственного университета им. А.М. Горького (г. Свердловск, ныне - Екатеринбург) во время экспедиции на Приполярном Урале в 1951 г. он познакомился с известным московским исследователем ледников Л.Д. Долгушиным, который и «подтолкнул» его к занятиям гляциологией. Спустя три года,



по приглашению сотрудника Сектора географии АН КазССР К.Г. Макаревича, он принимает участие в экспедиции на почти неизученные тогда ледники Джунгарского Алатау, характеристике которых была посвящена его дипломная работа в 1955 г. В 1957 г. Е.Н. Вилесов приезжает в Алматы, становится сотрудником Сектора (ныне - института) географии Академии наук Казахской ССР и полностью посвящает себя гляциологической науке.

В это время в Секторе географии развернулись масштабные исследования ледников сначала по программам Международного геофизического года (МГГ, 1957-1959 гг.), затем – Международного гидрологического десятилетия (МГД) и глобальной программе изучения колебаний ледников. Е.Н. Вилесов активно включается в процесс исследований, изучает особенности диагенеза снежного покрова, температурный режим ледниковых толщ. В 1962 г. впервые в мировой гляциологической практике им осуществлено бурение и термозондирование льда до глубины 10 м на самых высоких вершинах Заилийского Алатау, включая пик Талгар (4978 м). Можно полагать, что подобные измерения вряд ли когда-нибудь будут повторены. Три тома данных о температуре в толще льда вошли в анналы МГГ.

Итогом этих исследований явились монография «Оледенение Заилийского Алатау» (М., Наука, 1969, совместно с Н.Н. Пальговым, К.Г. Макаревичем и др.), а также защищенная юбилеем в 1969 г. в Институте географии АН СССР кандидатская диссертация «Тепловой режим ледников Заилийского Алатау».

В 1966 г. Е.Н. Вилесов включился в работу по созданию Каталога ледников Казахстана, в результате которой им подготовлено и опубликовано семь частей Каталога, охватывающих все горноледниковые бассейны Республики – от Алтая и Саура до Западного Тянь-Шаня (кроме Джунгарского Алатау).

В 70-80 гг., помимо изучения снега и термики льда (в том числе на высокогорном катке Медео), он исследует теплофизические параметры льда – теплопроводность, температуропроводность и плотность, режим и баланс массы ледников, ледниковый сток и его роль в общем стоке горных рек, зональность процессов льдообразования и внутреннего питания ледников, жидкий сток из областей аккумуляции, влияние метеорологических факторов на таяние снега и льда, связь абляции с атмосферной засухой, палинологию, химический состав льда и талых вод, разработал методику реконструкции баланса массы ключевых ледников. Результаты этих исследований отражены в монографии «Ледники Туюксу» (Л., 1984, совместно с К.Г. Макаревичем и др.).

При этом Е.Н. Вилесов участвует в экспедициях (а всего он провел 3 зимовки и 45 полевых сезонов) не только в Заилийском, но и в Джунгарском Алатау, Угамском хребте (Западный Тянь-Шань), в Кунгей-Алатау, на Алтае (Берельские ледники), на Памире (пульсирующий ледник Медвежий), на Кавказе (ледник Марух). Но, конечно, наибольшее внимание всегда уделялось леднику Туюксу, на котором юбилей бывает ежегодно вот уже в течение 50 лет, последний раз – в августе 2011 г. Во многом благодаря исследованиям Е.Н. Вилесова ледник Туюксу является самым изученным горным

ледником не только в нашей стране, но и на планете в целом. Составленная им библиография по леднику Туокусу содержит около 700 названий.

С 1981 г. начинается новый этап в жизни юбиляра – его педагогическая деятельность на кафедре физической географии КазНУ им. аль-Фараби. Более 30 лет в бакалавриате и магистратуре он читает основные и специальные курсы – «Физическая география материков и океанов», «Физическая география Казахстана», «Основы научных исследований», спецсеминар «Статистическая обработка результатов географических исследований», «Методы научных исследований», «Организация и планирование научных исследований», «Общая гляциология», «Гидрология ледников», «Современные проблемы гляциологии» и др. Под его руководством подготовлены сотни курсовых работ, около 100 курсовых работ, около 100 дипломных работ и магистерских диссертаций, а также две кандидатские диссертации. В студенческой среде, как, впрочем, и у своих коллег-преподавателей Евгений Николаевич пользуется заслуженным уважением и авторитетом.

В 90-е годы его интересы сосредоточились на оценке запасов льда Тянь-Шаня (включая его китайскую часть), пространственно-временной изменчивости крупных ледниковых систем за прошедшее столетие, локальном и региональном мониторинге и динамике баланса массы и ледникового стока, выявлении реакции горного оледенения на изменения климата, прогнозировании состояния и размеров ледников в близком и отдалённом будущем. Эти вопросы нашли отражение в книге «Оледенение Тянь-Шаня» (М., 1997, под ред. М.Б. Дюргерова и Се Зичу), а также в защищённой в 1997 г. в Институте географии МОН РК докторской диссертации «Эволюция внутриконтинентальной ледниковой системы в XX веке (на примере северного склона Заилийского Алатау)» и итоговой монографии «Эволюция современного оледенения Заилийского Алатау в XX веке» (Алматы, 2001, совместно с В.Н. Уваровым). В эти же годы изданы вузовский учебник «Физическая география Республики Казахстан» (1998, в коллективе авторов), учебное пособие «Современные проблемы гляциологии» (1999) и научно-биографический справочник «Географы XX века на казахстанской орбите» (1998, совместно с А.А. Науменко).

Е.Н. Вилесов участвовал с докладами на многих десятках международных конгрессов, всесоюзных и республиканских симпозиумов, конференций и школах-семинарах. На XV Гляциологическом симпозиуме в Архангельске в июне 2012 г. им были представлены три доклада. Он – автор 400 научных и методических трудов, в т.ч. 40 книг и брошюр, опубликованных в разных изданиях РК, ближнего и дальнего зарубежья, серии карт в Атласе Казахской ССР (М., 1982), в Атласе снежно-ледовых ресурсов мира (М., 1997), в Национальном Атласе Республики Казахстан (2006), множества научно-популярных статей в периодической печати. Все его работы написаны хорошим литературным языком и отличаются редакционной завершёностью. В этом отношении он служит ярким примером для начинающих молодых учёных.

Он Награжден также нагрудным знаком «Гляциология СССР», медалью «Ветеран труда», юбилейной медалью к 65-летию Победы и нагрудным знаком «Почетный работник образования Республики Казахстан». Его именем назван ледник в Киргизском хребте (бассейн р. Аламедин) и гора на Южном Урале в Челябинской области.

И ныне профессор Е.Н. Вилесов находится в расцвете творческих сил, полон новых идей и замыслов, работает над очередной монографией о ледниках. Коллеги-гляциологи, друзья и ученики сердечно поздравляют Евгения Николаевича с юбилеем, желают ему крепкого здоровья и успехов в научной и педагогической деятельности.

Северский И.В., Макаревич К.Г.

ГАНИБЕК АСКАРОВИЧ ТОКМАГАМБЕТОВ

(К 80-летию со дня рождения)

В этом году исполнилось бы 80 лет сыну известного казахского писателя Аскара Токмагамбетова Ганибеку Аскарловичу Токмагамбетову, родившемуся в 1932 году в г. Кзыл-Орде.

После окончания географического факультета КазГУ он был принят в Сектор географии АН Каз. ССР на должность младшего научного сотрудника. В 1958 г. он поступил в аспирантуру при МГУ и по окончании обучения успешно защитил кандидатскую диссертацию по результатам исследований свойств снега и льда под руководством профессора Б.А. Савельева.

В 1968 году Г.А. Токмагамбетов возглавил Сектор географии АН СССР, преобразованный по его инициативе в 1983 г. в академический Институт и стал его первым директором, не ослабляя внимания собственным исследованиям по широкому спектру проблем гляциологии.

По результатам исследований им опубликовано более 300 научных работ, в том числе 6 монографий, брошюры, научные и научно-популярные статьи. Среди них монографии «Оледенение Заилийского Алатау» (1969 г., в соавторстве), «Ледники Заилийского Алатау» (1976 г.), «Тайны природных льдов Казахстана» (1978 г.), «Расчет и прогноз распределения и режима горных ледников» (1985 г., в соавторстве). В них обобщены результаты исследований морфологии ледников, закономерностей распределения снежного покрова и осадков в гляциально-нивальном поясе гор, аккумуляции снега на ледниках, температурного режима, строения и физических свойствам льда, динамики ледников, их реакции на изменения баланса массы и климатических условий, морфологии и структуры морен, гидрологии ледников с оценкой их роли в формировании разрушительных селей. Он один из авторов методики прогноза гляциальных селей, удостоенной Серебряной медали ВДНХ СССР.

Г. А. Токмагамбетов – руководитель и активный участник исследований по глобальным программам Международного геофизического года (МГГ), Международного Гидрологического Десятилетия (МГД), перешедших в последующем в постоянно действующую Международную гидрологическую программу ЮНЕСКО. В этот период под его руководством организованы регулярные, а с 1972 г. круглогодичные исследования на леднике Туюсу, включенные в мировую сеть мониторинга ледников.

В общей сложности 17 лет Г.А. Токмагамбетов возглавлял Сектор – Институт географии Казахстана. Это были годы расцвета географической науки в Казахстане, чему в значительной мере способствовали личные качества Г.А. Токмагамбетова как ученого и администратора – чувство ответственности за результаты исследований вверенного ему коллектива, принципиальность, доброжелательное отношение к коллегам и такт руководителя. Именно в эти годы казахстанские географы активно участвовали в разработке глобальных программ МГГ, МГД, и масштабных проектах по составлению каталога ледников Казахстана и серии тематических карт Атласа снежно-ледовых ресурсов мира. Именно в этот период достигнуты получившие широкое признание результаты исследований казахстанских географов по проблемам гляциологии (работы Г.А. Токмагамбетова, П.А. Черкасова, К.Г. Макаревича, Е.Н. Вилесова и др.), горной гидрологии и гидрофизики горных ландшафтов (И.С. Соседов), климатологии (А.С. Утешев), снего- и лавиноведения (И.В. Северский, В.П. Благовещенский), геоморфологии (Г.З. Попова), ландшафтоведения (Л.К.Веселова, Г.В. Гельдыева), практически утраченным в последующем и возрождаемым в наши дни социально-экономической географии (К.Б. Ахмедова, М.И. Смирнова) и лимнологии (П.П. Филонец, Т.Р. Омаров). В тот же период под редакцией Г.А. Токмагамбетова помимо многочис-



ленных тематических сборников и монографий бесперебойно издавались «Вопросы географии Казахстана» и «Гляциологические исследования в Казахстане».

Без преувеличения можно сказать, что высокий международный авторитет нынешнего Института географии как одного из признанных центров географической науки на постсоветском пространстве зиждется на фундаменте, заложенном в 60 – 80-е годы прошлого века – в период, когда руководителем научного коллектива был Г. А. Токмагамбетов.

Большое внимание Ганибек Аскарлович уделял Географическому обществу Казахстана. В течение многих лет он был его председателем. Его заслуги в науке отмечены орденами «Трудового Красного Знамени», «Знак Почета», многими медалями, почетными грамотами. За научные достижения он удостоен почетного звания лауреата премии имени Чокана Валиханова.

Несомненной заслугой Г.А. Токмагамбетова как ученого и руководителя является доброжелательная творческая атмосфера в коллективе, позволившая целой плеяде ученых реализовать свои научные устремления и стать кандидатами и докторами наук.

В основе его действий как ученого и руководителя лежал взвешенный учет реальной ситуации, позволявший планировать не только ближайшие - тактические, но и стратегические задачи развития географической науки.

Не сомневаемся, что светлую память о Ганибеке Аскарловиче Токмагамбетове хранят не только те, кто работал с ним, кто прошел с ним нелегкий путь экспедиционных исследований в далеко не комфортных условиях ледникового высокогорья, но и кто имел удовольствие общаться с ним в неофициальной обстановке.

Северский И.В., Вилесов Е.Н.

XV ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИЙ СИМПОЗИУМ В АРХАНГЕЛЬСКЕ

XV Гляциологический симпозиум «Современная изменчивость криосферы Земли» проходил с 3 по 8 июня 2012 г. на базе САФУ – Северного (Арктического) федерального университета. В столице Поморья собрались более 100 специалистов, занимающихся исследованиями природных льдов во всех их разновидностях на поверхности земли, в атмосфере, гидросфере и литосфере.

В рамках симпозиума рассмотрено 86 устных и 20 стендовых докладов по всем аспектам гляциологической науки. В Архангельск прибыли гости из Германии, Швейцарии, Китая, Казахстана, Узбекистана и, конечно, России. Задача симпозиума - изучение современной изменчивости климата и роли в этом криосферы, а также исследование взаимодействия криосферы с ледниками, снежным покровом, морскими льдами и анализ влияния этой связи на ландшафты природных систем.

На открытии симпозиума с приветственным словом выступили академик В.М. Котляков и ректор САФУ профессор Е.В. Кудряшова.

Президент Гляциологической ассоциации В.М. Котляков сказал, что Архангельск в последние годы очень изменился и с образованием САФУ действительно стал центром науки и образования. «Приятно, что наш симпозиум принимает университет с большим будущим», - отметил Владимир Михайлович.

«Мне очень приятно приветствовать участников симпозиума в стенах Северного (Арктического) федерального университета, так как он изначально имеет арктический вектор, - сказала на открытии форума ректор Елена Кудряшова. - Арктика сложный, но очень важный геополитический регион России. САФУ должен стать ресурсным центром, на базе которого российские и зарубежные специалисты могут объединиться для реализации совместных проектов. Желаю вам интересной, плодотворной работы, надеюсь, что симпозиум станет важной нашей совместной работой, в том числе и по изучению Арктики».

Член оргкомитета, вице-президент Гляциологической ассоциации Николай Осокин подчеркнул, что с образованием САФУ Архангельск становится одним из центров изучения Арктики, поэтому то, что гляциологический симпозиум проходит именно в Архангельске, - закономерность. Кроме того, в результате сотрудничества САФУ и РАН был воплощен в жизнь ряд совместных проектов. Сейчас также будет рассматриваться вопрос об организации совместной гляциологической кафедры на базе САФУ. Вероятно, что очень скоро и в федеральном вузе появится кафедра гляциологии. Сотрудничество САФУ с Институтом географии РАН ведется давно. В итоге это должно привести к организации совместной кафедры. «Специалисты Академии уже работают на Шпицбергене, Земле Франца-Иосифа. Мы бы хотели вместе с учеными САФУ заняться исследованием и Новой Земли», - пояснил В.М. Котляков.



Открытие симпозиума. Президент Гляциологической ассоциации академик В.М. Котляков и ректор САФУ профессор Е.В. Кудряшова.



Исторический центр Архангельска.

4 июня работали две секции – «Теория и эксперимент» и «Снежный покров и ледники Арктики». О.О. Рыбак, сотрудник Сочинского научно-исследовательского центра РАН, прилетел в Архангельск из самого сердца Европы - Брюсселя и представил совместный с бельгийскими учеными доклад - «Математическое моделирование течения льда в северо-западной Гренландии и интерпретация данных глубокого бурения на станции NEEM».

Большой интерес вызвал доклад «Об оценке объема льда горных ледников» (С.С.Кутузов с соавторами), поясняющий, что с научной и практической точки зрения важно знать количество и изменения во времени запаса воды в горных ледниках. Однако данные о толщине ледников, необходимые для определения их объема, крайне ограничены и к настоящему времени получены разными методами в общей сложности менее чем на 0,2 % от общего числа горных ледников. В докладе обсуждены существующие методы определения объема горных ледников и запасов льда в горноледниковых системах и пути их более точной оценки на основе ограниченных данных о толщине и объеме отдельных ледников.

В докладе «Колебания климата в высоких широтах России и их макроциркуляционные причины» Н.К. Кононова проанализировала колебания характеристик циркуляции атмосферы для Северного полушария. По ее мнению, изменения температуры воздуха как в Северном полушарии в целом, так и на севере России носят колебательный характер. Происходящие колебания температуры связаны с колебаниями общей циркуляции атмосферы и изменением продолжительности тех процессов, с которыми связано повышение или понижение температуры воздуха в конкретном районе в определенном сезоне. Современная тенденция температуры воздуха Северного полушария - это стабилизация после резкого повышения в 1981–1998 гг., связанного с ростом повторяемости южных циклонов, выносивших тёплый воздух низких широт в умеренные и высокие широты.

В докладе «Многолетние изменения температуры, осадков и снежного покрова в районах арктических морей» (В.Ф. Радионов с соавторами) были представлены результаты климатического обобщения и анализа рядов наблюдений за температурой, осадками и снежным покровом в районах арктических морей и на суше севернее 70° с.ш. за 1981-2010 гг. Приведены количественные оценки тенденций изменения рассматриваемых метеорологических характеристик за последнее тридцатилетие и их сравнение с аналогичными в период потепления Арктики 1930 - 40-х гг. в районах арктических морей.

Выяснено, что в среднем по широтной зоне 70-85° с.ш. уменьшение количества дней с устойчивым снежным покровом составило около 12 дней за 30 лет. Сделан вывод о продолжающемся потеплении в высоких широтах Северного полушария: повышение средней годовой температуры воздуха в широтной зоне 70-85° с.ш за этот период составило около 2,2°C.

В докладе «Изменение площади и объема ледников на Земле Норденшельда (Шпицберген) за последние 75 лет» (И.И. Лаврентьев с соавторами) показано, что в целом для периода 1981–2010 гг. в высоких широтах Северного полушария был характерен рост средней годовой температуры воздуха.



Участники симпозиума перед зданием САФУ и памятником М. Ломоносову.

Самые большие изменения температуры наблюдались в канадском, атлантическом секторах и центральной части Арктического бассейна. Безусловно, это сказалось на состоянии ледников в арктической зоне. Из сообщения следует, что для оценки запасов льда на архипелаге Шпицберген и их возможного вклада в изменение уровня моря необходимы данные о площади, толщине и объеме ледников. Это позволит получить корреляционные связи между этими параметрами и на этой основе оценить объем тех ледников, где измерений толщины льда не было. Такие данные в настоящее время имеются всего лишь для нескольких ледников и ледниковых куполов на архипелаге.

5 июня на секции «Антарктические исследования» большинство докладов было посвящено анализу результатов исследований подледникового озера Восток. В частности, оценены скорости течения ледника в районе озера по геодезическим GPS-измерениям (Д.В. Федоров, А. Richter и др.), охарактеризованы особенности бурения скважины 5Г при проникновении в озеро (Н.И. Васильев и др.), разработана и адаптирована методология экологического сопровождения проекта исследования озера (И.А. Алехина и др.), проанализирован изотопный состав глубокого ледяного керна со станции Восток (А.А. Екайкин и др.), выявлена каскадность подледниковых озер в Антарктиде (В.М. Котляков и др.).

Представительной получилась секция «Снежный покров, лавины и сели». Она открылась докладом «Климатология переноса пыли из пустынь Ближнего Востока и Сахары на ледники Кавказа» (С.С. Кутузов). Ряд докладов касался исследований лавин на о. Сахалин: рассмотрены метеорологические факторы массового схода лавин на острове (А.А. Музыченко), механические способы воздействия на снежный покров с целью предупредительного спуска лавин (Ю.В. Генсировский и др.), проблемы территориального размещения населения в лавиноопасных зонах Сахалинской области (Е.Н. Казакова и В.А. Лобкина).

В преддверии XXII Олимпийских зимних игр в Сочи в 2014 г. три доклада были посвящены вопросам лавинной деятельности и противолавинной защиты района. Дана оценка селевого риска на Черноморском побережье Кавказа (А.Л. Шныпарков и др.), проведена ландшафтная индикация селевой и лавинной активности на Западном Кавказе (М.Н. Петрушина и Е.Г. Суслова), выбраны методы расчета динамических параметров лавин при инженерных изысканиях для строительства (А.С. Турчанинова).

6 июня был наш день, день Казахстана. По числу заявленных участников мы уступили только Институту географии РАН, обогнав такие мощные организации, как МГУ и ААНИИ. На секции «Ледники Центральной Азии» казахстанцы представили 6 докладов. В первом из них под названием «Изменение ледниковых систем Балхаш-Алакольского бассейна за последние десятилетия» И.В. Северский с соавторами (доложил Е. Вилесов) предложил и реализовал оригинальный метод

расчета размеров оледенения крупных ледниковых систем по данным об изменении площади льда в опорных бассейнах. В докладе Е.Н. Вилесова и И.В. Северского приведены сведения о деградации оледенения Джунгарского Алатау во второй половине XX в. и дан прогноз его состояния до конца нынешнего столетия. Е. Вилесов же представил презентацию Фотоатласа ледников Заилийского Алатау, составленного К.Г. Макаревичем. Его экземпляр был вручен В.М. Котлякову. Три доклада касались ледниковых озер. В докладе А.Р. Медеу, Т.Г. Токмагамбетова, А.Л. Кокарева, П.А. и Н.С. Плехановых охарактеризованы гляциальные озера бассейна р. Хоргоос и оценена опасность их прорывов. Н.Е. Касаткин доложил о динамике ледниковых озер бассейна р. Малой Алматинки по данным наземного мониторинга, а В.П. Капица – о результатах каталогизации таких озер на северном склоне Заилийского Алатау.

Г.Е. Глазырин в своем докладе сообщил о вкладе сокращения оледенения в сток рек Средней Азии, а В.Г. Коновалов – о реконструкции и прогнозе составляющих водного баланса по дендрохронологическим данным в бассейне р. Нарын.

Вечером того же дня З. Усманова и Л. Когутенко кратко представили стендовые сообщения Л.А. Ерисковской о летних осадках на леднике Туокусу, ее же и Н.В. Пиманкиной об опыте применения типизации циркуляционных процессов к анализу колебаний баланса массы ледника Туокусу и Е.Н. Пивень – о внутригодовом распределении стока горных рек юго-востока Казахстана в связи с деградацией оледенения.

В этот день работали еще две секции – «Морские и речные льды» и «Подземные льды и наледи».

7 июня на секции «Горные ледники» ее председатель В.М. Котляков отметил, что в последние десятилетия наблюдается ускорение таяния ледников во многих горных районах мира. Об этом свидетельствуют результаты продолжающихся природных наблюдений за балансом массы на отдельных ледниках и количественные оценки для ряда горных систем в целом, выполненные на основе сравнения современных космических снимков и массивов исторических данных - топографических карт, данных каталогов, аэрофотоснимков.

На этой секции наибольшее внимание привлек доклад о реакции ледников Центрального Кавказа на изменения температуры и осадков в 2001-2010 гг. (Г.А. Носенко и др.). Этот временной интервал представлял для них особый интерес, так как он был отмечен интенсивным таянием ледников и активизацией стихийных процессов в высокогорной зоне Кавказа: сходом лавин и возникновением гляциальных селей, в число которых вошла и Кармадонская катастрофа 2002 г. Авторы произвели количественную оценку сокращения площади ледников Центрального Кавказа в бассейнах рек Баксан и Ингури за последние десять лет, средняя величина которого составила около 5 %.

Зафиксировано не только отступление языков ледников, достигающее в отдельных случаях 300 м, но и понижение поверхности областей питания. В настоящее время величина кумулятивного баланса опустилась ниже минимального за последнее столетие значения, наблюдавшегося в 60-е годы прошлого века. Понижение поверхности ледников в районе границы питания за последние 10 лет достигло 7,6 м. Анализ изменения температур и осадков показал, что резкое сокращение размеров оледенения хорошо коррелирует с ростом летних температур. Несмотря на рост зимних осадков в последние годы, баланс массы ледников неуклонно снижался, т.к. абляция в 2-3 раза превышала аккумуляцию.

Новые оценки изменения размеров оледенения в связи с изменением климата были приведены для горных районов Малой Азии (Ю.В. Ефремов и А.В. Зимницкий), северной части Срединного хребта на Камчатке (А.Я. Муравьев, Г.А. Носенко), Северо-Востока России (М.Д. Ананичева), гор юга Восточной Сибири (Е.Н. Иванов) и Полярного Урала (М.Н. Иванов).

В последний день работы симпозиума была принята резолюция, а также состоялись выборы руководства Гляциологической ассоциации. На очередной четырехлетний срок ее Президентом единогласно переизбран В.М. Котляков. Вице-президентом Ассоциации впервые избран наш коллега – академик НАН РК И.В. Северский. От имени участников симпозиума В.М. Котляков подарил университету комплект журналов «Лед и снег» и Атласы снежно-ледовых ресурсов мира. Представитель Казахстана (В.П. Капица) передал университету национальный атлас своей страны. Все издания пополнят фонд библиотеки САФУ. 8 июня участники симпозиума провели экскурсию в Малые Корелы – музей быта поморских крестьян под открытым небом. Из Архангельска участники форума уезжали не только с впечатлениями о совместной работе и о белых ночах, но и с фирменными сувенирами САФУ - валеночками и каргопольскими игрушками с символикой университета. Следующий симпозиум в 2016 г. предполагается провести на берегу Азовского моря – в Таганроге или Азове.

Вилесов Е.Н.

СОДЕРЖАНИЕ

От редактора.....3

Проблемы чрезвычайных ситуаций

<i>А.Р.Медеу, Т.Г.Токмагамбетов, А.Л.Кокарев, П.А.Плеханов.</i> Оценка селевой опасности гляциальных озербассейна реки Коргас.....	5
<i>В. П. Благовещенский.</i> Сейсмогенные оползни и обвалы 1887 г. В Иле-Алатау.....	14
<i>В. П. Благовещенский, А.Р.Медеу, С.У. Ранова.</i> Сейсмогенные обвалы в горных районах Юго-Восточного Казахстана.....	22
<i>В.В.Жданов.</i> Анализ несчастных случаев, связанных с лавинами.....	26

Гляциология

<i>И.В. Северский, Е.Н.Вилесов, А.Л. Кокарев, И.Н. Шестерова, В.И. Морозова, Л.В. Козутенко, З.С. Усманова.</i> Ледниковые системы Балкаш-Алакольского бассейна: состояние, современные изменения	31
<i>Л.В. Козутенко.</i> Каталогизация ледников бассейнов рек Коксу и Кюнес (Китайская часть бассейна реки Иле) по материалам космического мониторинга	41
<i>А.П.Горбунов.</i> Каменные глетчеры Южного Жетысу (Джунгарского) Алатау.....	22

Гидрология

<i>Г.Е. Глазырин, И.В. Северский, Юрген Хергет, Н.А. Касаткин, В.П. Капица.</i> Исследование озер, подпруженных оползнями и моренами на Западном Тянь-Шане.....	53
<i>А.Г. Чигринец, М.В. Долбешкин.</i> Оценка нормы годового стока рек правобережья бассейна р.Ертис.....	62
<i>Ф. Б. Маденова.</i> Опыт Сингапура в решении проблем водообеспечения.....	68

Топонимика

<i>А. П. Горбунов.</i> Топонимия Казахстана: проблемы и суждения (Сообщение первое).....	72
--	----

Информационное сообщение

Новая кафедра на факультете географии и природопользования КазНУ им. аль-Фараби.....	77
--	----

Юбилейные даты

Аалдан Петропавл Горбунов (к 85-летию со дня рождения).....	81
Евгений Николаевич Вилесов (к 80-летию со дня рождения)	85

Памяти ученого

Ганибек Аскарлович Токмагамбетов (к 80-летию со дня рождения)	87
---	----

Хроника

XV Гляциологический симпозиум в Архангельске.....	89
---	----

Редактор *Т. Н. Кривобокова* Подписано в печать 20.08.2012.
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой* Формат 60x881/8. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 5,9 п.л. Тираж 300.

*Отпечатано в типографии «Print-S»
050002, г. Алматы, Жибек Жолы, 60/17. Тел.: 386-52-52*