

УДК 551.311.21:627.141.1

**К ИСТОРИИ ПОЗНАНИЯ ПРИРОДЫ ВОДОЛЕДЯНЫХ СЕЛЕЙ**Доктор геогр. наук  
Доктор техн. наукБ.С. Степанов  
Р.К. Яфязова

*Приведены малоизвестные описания условий формирования водоледных селей на территории Казахстана. Описаны метеорологические условия, благоприятствующие и мешающие формированию опасного природного явления. Указывается на необходимость дальнейшего изучения природы водоледных селей.*

Стихийные бедствия на горных реках в зимний период времени могут быть вызваны различными ледовыми явлениями. Их многообразие объясняется метеорологическими и климатическими условиями, а также гидрологическими характеристиками рек и морфологическими особенностями их долин.

В последние десятилетия участились случаи прохождения катастрофических водоледных потоков на горных реках Алматинской области. Природа этого явления, приводящего к значительному материальному ущербу и человеческим жертвам, до последнего времени не была известна. Само явление не прогнозировалось. Все это свидетельствует об актуальности изучения обсуждаемого природного явления с целью прогнозирования, а в перспективе – проведения превентивных мероприятий, исключающих его возникновение, которые невозможны без понимания природы водоледных селей и условий их формирования.

Сведения о формировании водоледных катастрофических потоков, природа которых близка к природе грязекаменных селей, образующихся в результате взаимодействия сосредоточенных водных потоков с рыхлообломочными породами крайне ограничены.

Одной из первых научных публикаций о селях (в том числе и водоледных) в Казахстане является статья Д.О. Святского [8] – российского астронома и метеоролога, историка и популяризатора науки, арестованного в 1930 г. «за вредительство». После содержания в тюрьме и работы на строительстве Беломорско-Балтийского канала он был выслан в Казахстан с лишением избирательных прав, где работал метеорологом и занимался научными изысканиями.

В статье «О грязе-каменных потоках (селях) на реках Малой и Большой Алма-Атинках в связи с режимом водности этих рек» [8] Д.О. Святский, описывая катастрофические сели на северном склоне Иле Алатау в прошлом, замечает: «Встречаются также указания на большие паводки, имевшие место по р. М. Алматинка в зимнее время – в 1896 г. и 1901 г. Сведения о них находятся среди записей наблюдателя метеорологической станции в г. Верном К. Ларионова, который пишет: «При замерзании и вскрытии р. М. Алматинки, хотя шуги и не бывает, но иногда по руслу проносятся разрушительные оплывины, как это было 26 ноября 1896 г., когда по руслу этой реки и ее берегам пронеслась с сильною быстротою высокая волна воды, оставив на берегах груды льда и много лесу от разрушенных водою набережных построек. ... 24 декабря 1901 г. оплывиной лед разломало и русло реки очистилось...».

Комментируя описанные выше природные явления, Д.О. Святский поясняет [8]: «Под «оплывиной» здесь наблюдатель понимает, очевидно, не оплывину в смысле грязе-каменного потока, а паводок зимнего характера, образовавшийся, вероятно, вследствие ледяных заторов, происходящих где-либо выше по течению. Любопытно, что накануне этих явлений в г. Верном была отмечена минимальная температура воздуха за месяц (25 ноября 1896 г. – минус 16 °С и 23 декабря 1901 г. – минус 27,3 °С), после чего морозы ослабели». Дополняя свою гипотезу, Д.О. Святский пишет: «Возможно, что выше по течению, в горах наступали даже оттепели, и тогда таявший в обилии снег мог давать большой поверхностный сток, ледяной же покров реки в ее нижнем течении, создавший затор, затем прорывался и наступал паводок катастрофического характера, разрушавший прибрежные постройки...».

По данным Ц.А. Назарова [6], ледоселевые потоки возникают на горных реках Восточного Казахстана, на северных склонах Жетысусского, Иле и Кыргызского Алатау как от прорыва снежных завалов, так и от потери устойчивости ледяных порогов. На горных реках Восточного Казахстана ледоселевые потоки образуются в основном от прорыва снежных завалов, а на реках Жетысусского, Иле и Кыргызского Алатау – в основном из-за потери устойчивости ледяных порогов. На реке Громатухе снежные завалы, обусловленные лавинами, создавались в декабре 1960 г. и в феврале 1961 г. Декабрьская серия лавин образовала в русле реки каскад завалов. Однако завалы были размыты водой без образования ледоселевых потоков. Серия лавин февраля 1961 г. привела к образованию мощ-

ных завалов, размыв которых привел к формированию ледоселевых потоков, разрушивших весь шуголедостав на реке. Эти потоки создали серьезные проблемы на водозаборе Хариузовской ГЭС. В 1959 г. на р. Сарканд ледоселевой поток, образовавшийся в результате срыва ледяных порогов под действием «волны потепления температуры воздуха», произвел значительные разрушения. В результате прохождения ледоселевого потока ГЭС прекратила работу на продолжительное время.

В цитируемой работе Ц.А. Назаров обращает внимание на то обстоятельство, что «...вскрытие водного водотока в зимний период времени может происходить в результате срыва ледяных порогов и снежных завалов, за которыми образуется значительный подпор воды». Срыв ледяных порогов, по мнению Ц.А. Назарова, происходит в результате потери ими устойчивости «...под воздействием наступления волны потепления температуры воздуха в данном районе», что и приводит к образованию «ледоселевого потока», «... причем частота разрушения ледового покрова соответствует числу периодов потепления («волны» тепла) на протяжении зимы».

«Срыв таких порогов и завалов приводит к образованию бурного и кратковременного зимнего паводка, обладающего значительным запасом энергии. ... Зимний паводок, продвигаясь по руслу горного водотока, разбивает все нижележащие ледяные образования: пороги из донного льда, наледи, ледяные перемычки и шуголедовой покров. ... По пути следования зимнего паводка русло горного водотока полностью очищается от неподвижных ледообразований... По характеру воздействия на русло рек зимний паводок подобен селевому потоку, поэтому такое явление можно назвать ледоселевым потоком или валовым потоком ледовой массы (валовый лед, валовая шуга)».

«В начале зимнего селя наблюдается водяной вал – «голова» селя высотой около 0,5 м. Водяной вал разрушает неподвижные ледовые образования на реке. Сравнительно небольшие скопления льда разрушаются этим валом, а шуголедостав значительной толщины взламывается при резком подъеме уровня воды. Голова селя не может переместить разрушенный лед по реке. Вслед за водяным валом движется основная масса селя – его «ядро», которое транспортирует ледовые образования далее по реке. Ядро селя состоит в основном из крупных кусков льда, снега, шуги, русловых отложений, сорванных с берегов деревьев и др. Ядро зимнего селя имеет значительную скорость движения...» [6].

В научном отчете Казахского научно-исследовательского гидрометеорологического института «Разработка и усовершенствование методики прогнозирования селеопасности (за 1963...1964 гг.)» приведены результаты «Рекогносцировочного обследования паводка на р. Большой Алматинке 10 декабря 1964 г.» (авторы – И.Е. Березюк, Л.Г. Гуненков, А.В. Бакуров). Отчет написан на полных двух страницах, поэтому приведенный текст сокращен. Цитируется только тот текст, который авторами данной публикации может быть истолкован субъективно.

12 и 13 декабря 1964 г. авторы отчета обследовали русло р. Большой Алматинки на участке от «2 км выше устья р. Проходной» до озера Сайран (около 16 км). «На р. Проходной от её устья и вверх километров на 2 образовался донный лед; вода течёт поверх льда или промыла в отдельных местах узкое и глубокое русло глубиной до 1 м. Ниже слияния Озерной и Проходной видны следы небольшого поднятия уровня воды до 20 см. Вода течет подо льдом. Ниже, у моста выше ГЭС №7 воды в русле нет, дно покрыто снегом, вода течет по каналу выше русла реки. Поднятия воды в канале не было. У моста, возле ГЭС №7 подъем воды был 20 см, ширина живого сечения реки 6 м, глубина 0,3 м, скорость течения 0,5 м/с, наносов или обломков льда нет.

У моста на дороге, ведущей в колхоз 2-я Пятилетка имеются следы подъема воды сантиметров на 20, наносов нет. Ширина живого сечения реки 5 м, глубина 0,5 м, скорость течения 1 м/с. Ниже моста на 0,5 км имеется разлив во льду шириной 10 м, местами лед сорван, скорость 2 м/с, глубина воды по льду 10 см, вода течет и подо льдом. Еще ниже этого же моста километра на 2 лед сорван совершенно и дальше река течет в естественном каменном ложе.

Возле ГЭС №8 (против 2-го километра на асфальтовой дороге от границы города) подъем воды был 0,5 м. Скорость воды 0,5 м при ширине реки 5 м и глубине 30 см. Наледи и донного льда нет.

Ниже ГЭС в 0,5 км через речку проходит акведук. Следов разлива нет. В 1 км ниже акведука русло реки сужается до 10 м. У высокого правого берега, образующего выступ (мыс) имеются первые следы разлива и отложения битого льда. Здесь, по-видимому, произошел первый затор. Вода поднялась на 1 м, при ширине разлива 10 м. Ширина живого сечения реки 5 м, глубина 30 см. От этого места вниз, до самого Карагалинского моста возле консервного завода, все время наблюдаются следы разливов подъема воды и отложения битого льда. Напротив расположения геологи-

ческой партии разлив реки сейчас достигает 30 м, вода течет по льду. По оставленным следам разлив достигал 50 м при глубине 1,5 м. Сейчас скорость течения 0,5 м/с. Кусты ивы все примяты или придавлены льдом.

Ниже геологической партии метров на 500 русло реки сужается береговыми валами (насыпями) высотой до 2 м, ширина живого сечения русла 5 м, глубина 0,5 м, скорость 0,5 м/с ... Подъем воды был 5 м при ширине 30 м. Снесен пешеходный мостик, железная арматура погнута и уложена на берегу вдоль течения реки. Расход воды в тот момент здесь составлял 100...150 м<sup>3</sup>/с. Метров за 300 до Карагалинского моста ширина реки суживается до 12 м. Снесен второй пешеходный мост».

Обследование русла ниже Карагалинского моста показало, что «следы размывов реки и отложения битого льда наблюдаются до моста на проспекте Абая. Под мостом подъем воды был на 1,5 м. Ниже этого моста река течет среди выемок и карьера ... Берега реки глубокие и узкие, подъем воды был до 2,5...3 м, отложения битого льда мощностью до 1 м». Отложение основной массы льда произошло «...в выемке карьера, размером 300×300 м. ...Начался ледоход 10 декабря в 14 часов дня и кончился через 0,5 часа, 12 декабря вечером ледоход повторился и длился тоже 0,5 часа. ... По нашему мнению, ледоход образовался за счет донного льда, оторвавшегося от дна на 2 километре от границы города (ниже на 2 км от моста дороги в колхоз 2-я Пятилетка). Так как донного льда накопилось очень много как на Б. Алматинке, так и на Проходной, то не исключена возможность, что при внезапном потеплении ледоход (или сель) может повториться...».

Сведения о водолеяном потоке, имевшем место в конце 20 века на северном склоне Иле Алатау, приводятся в статье В.П. Мочалова и Е.П. Шевырталова [5]. Вторжение холодных масс воздуха с Карского моря в период 24...27 ноября 1987 г. привело к понижению температуры воздуха 25 ноября до минус 23,8 °С, при средней многолетней температуре воздуха ноября 0,8 °С. Переохлаждение воды в реках обусловило формирование внутриводного льда, ледяных мостов, выхода части воды на некоторых участках за пределы русла.

По мнению авторов статьи «...Причиной зарождения потока явилась подвижка льда на участке между гидростом Дамба и вододелителем на р. М. Алматинка. По словам очевидцев, подвижка льда была вызвана работой бульдозера, который между 12 и 13 часами в день формирования паводка разрушил ледяные образования в русле реки. Возникший

при этом затор льда привел к образованию водохранилища объемом 25...30 тыс. м<sup>3</sup>, прорыв которого привел к увеличению расхода воды. Поток двигался в виде одной паводочной волны и состоял из смеси воды с большим содержанием битого льда, снежуры, подводного льда ... . На расстоянии 2 км ниже вододелителя расход паводочной волны увеличился почти в 12 раз по сравнению с предпаводочным расходом и достиг 12 м<sup>3</sup>/с, а перед входом в водохранилище расход потока составил почти 120 м<sup>3</sup>/с. Столь резкое увеличение расхода паводочной волны обусловлено заторно-зажорным характером движения потока ... . Скорость потока в зависимости от уклонов русла и глубины потока менялась в широких пределах от 1 до 4 м/с. ... . С точки зрения кратковременности существования и резкого валообразного нарастания расхода по длине русла рассматриваемый паводок следует отнести к числу селеподобных...» [5].

В приведенной цитате весьма уязвимым является сообщение об образовании водохранилища объемом 25...30 тыс. м<sup>3</sup>. В работе [5] упоминается, что «... Предпаводочные расходы с 24 по 28 ноября колебались в довольно узком диапазоне 1,02...1,04 м<sup>3</sup>/с. Следовательно, для накопления 25...30 тыс. м<sup>3</sup> воды потребовалось бы, как минимум, 7...8 часов. Как известно, поток пересек дорогу Алматы – Каменское плато около 13 часов. Следовательно, образование водохранилища не происходило.

Авторы статьи [5] относят рассматриваемое явление «...к числу селеподобных» и в то же время говорят о его заторно-зажорной природе, хотя к 1987 г. уже считалось доказанным, что валообразный характер селевых потоков не связан с заторными явлениями.

Спустя почти 20 лет подобное явление, носившее катастрофический характер, повторилось вновь. Очевидцем этого события был Г. Паршин, начальник сейсмологической станции «Майтобе». Результаты рекогносцировочного обследования этого явления на р. Узынкаргалы, а также гидрометеорологические условия, предшествовавшие этому явлению, приведены в статье [11]. Резкое понижение температуры воздуха с 1 по 6 января 2006 г., вызванное арктическим вторжением, привело к образованию внутриводного льда и повышению уровня воды на реках северного склона Иле Алатау. Наиболее сильно оно проявилось на р. Узынкаргалы. Образовался водоледяной поток, приведший к разрушениям и человеческим жертвам. Сформировался он в 1,5 км выше селезащитной плотины. Объем отложений в селехранилище, закупоривших водосбросной канал, составил 10...15 тыс. м<sup>3</sup>.

Накопление воды в селехранилище привело к вскрытию этого канала. Поскольку расход паводка превышал расход воды, имевший место в ходе формирования водоледяных образований, ниже плотины началось формирование водоледяного селя.

О большой разрушительной способности водоледяных селей свидетельствует тот факт, что поток проломил часть железобетонного забора суконной фабрики. На территории фабрики произошло частичное отложение ледово-снежных масс, благодаря чему сел прошел беспрепятственно через подмостовое отверстие сечением около 25...30 м<sup>2</sup>. Однако затем селевой процесс активизировался и уже на расстоянии 650 м сечение фронта потока было около 150 м<sup>2</sup>. Еще через 260 м селом был разрушен пешеходный мост, при этом погибло 2 человека. Ниже по течению пойма реки расширялась, основная масса потока распласталась (в интервале 1200...1650 м ниже пешеходного моста) перед автомобильным мостом на дороге Фабричный – Узынагач.

В описываемый период времени подобная ледовая обстановка наблюдалась и на других реках северного склона Иле Алатау. Селевые явления имели место на реках Каскелен и Аксай, но заметного ущерба они не нанесли. На гидропосту Алматы (Дамба) с 1 по 8 января 2006 г. наблюдался рост уровня воды более чем на 80 см.

Анализ метеорологических условий за период с 1879 по 2010 гг., показал, что наиболее благоприятным предиктором, при котором могли формироваться водоледяные сели, является температура воздуха, с резким её понижением, после положительных значений. В таких условиях образование ледостава начинается практически с «нуля» и может происходить за осенне-зимний сезон несколько раз.

Фактором, уменьшающим вероятность формирования водоледяных селей, является обильный снегопад в период роста водоледяных образований. Образования из снежуры, за которыми происходит накопление больших объемов пойменных вод, быстро разрушаются в процессе тепловой эрозии, обусловленной положительной температурой воды (рис.).

Во время формирования водоледяных селей разрушение ледяного покрова происходит преимущественно в пределах малого русла, поэтому вода, накопившаяся в пойме реки, вытекает из-под сохранившегося ледяного покрова относительно медленно, образуя боковые притоки, подпитывающие тыловую часть водоледяной волны. Благодаря этому создаются благоприятные условия для роста фронтальной части волны.



*Рис. Формирование водолеяных образований в различных условиях. Во время снегопада (слева); в ясную погоду (справа).*

В первом русскоязычном словаре терминов «Селевые явления» [7], водолеяной поток характеризуется как «...один из типов параселевых потоков, в селевой массе которых твердая составляющая представлена обломками льда, с участием снега и обломков горных пород ... образуются в период зимних оттепелей, вследствие срыва ледяных порогов из донного льда или прорыва снежных завалов...».

Приставка «пара», означающая – вне, рядом с селями, имея в виду равноправие, параллелизм водолеяных селей с грязевыми, грязекаменными и водокаменными селями, играла негативную роль в научной и практической деятельности организаций СССР, отвечавших за жизнь и здоровье людей. В планах НИР и ОКР Госкомгидромета СССР изучение водолеяных селей не предусматривалось, хотя зимнему режиму рек, включая ледоход и шугоход, заторы и зажоры, уделялось должное внимание. В гидрологических словарях, изданных в СССР, термин «водолеяной сель» отсутствовал. По мере возможностей, водоснежными и, в какой-то мере, водолеяными селями занимались подразделения АН СССР. Это нашло отражение в Гляциологическом словаре, где говорится: водолеяные потоки – «...один из видов селевых потоков, в селевой массе которых твердая составляющая представлена обломками льда с участием снега и обломков горных пород» [1].

Вероятно этим можно объяснить, что стихийное явление на р. Киши Алматы 28 ноября 1987 г. было отнесено к заторно-зajorным явлениям [5], а о природе стихийного явления 5 января 2006 г. гидрологам и сказать было нечего: при температуре воздуха ниже минус 20 °С ледоходы, а тем более заторы, не образуются (на горных реках ледоходов вообще не бывает), а шугоходы не приводят к гибели людей.



В последние годы в РГП «Казгидромет» проведены исследования, направленные на изучение природы водолеяных селей [2, 9, 11, 12]. Результаты этих исследований позволили предложить различные методы борьбы с возникновением и развитием водолеяных селей, разработать метод их прогноза [3, 4, 10]. Однако увеличение оправдываемости прогнозирования этого опасного явления, обеспечение безопасности населения и нормального функционирования объектов хозяйственной деятельности невозможно без проведения дальнейших научных исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гляциологический словарь / Под ред. В.М. Котлякова. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 528 с.
2. Жданов В.В. К оценке роли изменения температуры воздуха в формировании водолеяных селей // Гидрометеорология и экология. – 2006. – №2. – С. 73-78.
3. Жданов В.В. О возможности прогноза катастрофических водолеяных потоков на реках северного склона хребта Иле Алатау / Труды Десятой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, защита человека в ЧС, экономические, правовые аспекты БЖД, логистика). – Алматы, 2008. – С. 100-102.
4. Жданов В.В. Прогноз катастрофических водолеяных потоков на реках Алматинской области / Труды Девятой международной научно-технической конференции «Новое в безопасности жизнедеятельности» (охрана труда, экология, валеология, защита человека в ЧС, токсикология, экономические, правовые и психологические аспекты БЖД, логистика). – Алматы, 2007. – Т.1. – С. 410-415.
5. Мочалов В.П., Шевырталов Е.П. Краткие сведения о паводке на р. Малая Алматинка 28 ноября 1987 г. // Селевые потоки. – М.: Гидрометеоиздат, 1989. – №11. – С. 76-78.
6. Назаров Ц.А. Водоселевые потоки на горных реках Казахстана // Труды координационных совещаний по гидротехнике. – Вып. 42. – Л.: Энергия, 1968 – С. 110-115.
7. Перов В.Ф. Селевые явления. Терминологический словарь. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 45 с.
8. Святский Д.О. О грязе-каменных потоках (селях) на реках Малой и Большой Алма-Атинках в связи с режимом водности этих рек // Труды

- Казахского управления единой гидро-метеорологической службы. – Т.1 (1935-1936 гг.). – Алма-Ата: издание Каз.У.Е.Г.М.С., 1936. – С. 57-72.
9. Степанов Б.С., Яфязова Р.К., Жданов В.В. Водоледажные сели. К механизму формирования водоледажных конструкций // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №3. – С. 143-152.
  10. Яфязова Р., Жданов В. О путях предупреждения водоледовых катастроф // Поиск. Серия естественных и технических наук. – Алматы, 2007. – №2. – С. 225-227.
  11. Яфязова Р.К. О катастрофических явлениях на горных реках в зимний период // Гидрометеорология и экология. – 2005. – №4. – С. 114-124.
  12. Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158 с.

РГП «Казгидромет», г. Алматы

### **МҰЗДАЛҒАН СЕЛДЕРІНІҢ ТАБИҒАТТЫҢ ТАНЫСТЫРУЫНЫҢ ТАРИХТАРЫНА**

Геогр. ғылымд. докторы Б.С. Степанов  
Техн. ғылымд. докторы Р.К. Яфязова

*Қазақстан аумағындағы сулы мұзды селдің қалыптасу жағдайының танымал емес суреттемелері келтірілген. Қауіпті табиғи құбылыстың қалыптасуына ықпал ететін және кері әсерін тигізетін метеорологиялық жағдайлар суреттелген. Сулы мұзды селдер табиғатын ары қарай зерттеудің қажеттілігіне нұсқау берілген.*