ISSN 1998 - 7838

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

ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ГЕОЭКОЛОГИЯ МӘСЕЛЕЛЕРІ

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

1

ЯНВАРЬ–МАРТ 2012 г.

ОСНОВАН В ОКТЯБРЕ 2007 ГОДА

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2012

УДК 556.5:504.1

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЕДОВО-ВОДНЫХ ПАВОДКОВ

А. Р. МЕДЕУ[1], Т. Л. КИРЕНСКАЯ[2], М. М. МОЛДАХМЕТОВ[3], Л. К. МАХМУДОВА[4], А. К. МУСИНА[5]

[1]Директор Института географии РК, профессор, д.г.н.;
[2]В.н.с., к.г.н. Института географии РК;
[3]К.г.н., кафедра метеорологии и гидрологии КазНУ им. аль-Фараби;
[4]К.г.н., кафедра метеорологии и гидрологии им. аль-Фараби;
[5]К.г.н., кафедра метеорологии и гидрологии КазНУ им. аль-Фараби

Іле Алатауы өзендеріндегі мұзды-сулы су тасқындарының болжау әдістемесі ретінде олардың туындауын айқындауға мүмкіндік беретін оқигалардың фазалық кескіндері ұсынылған.

В качестве методики прогноза ледово-водных паводков на реках Илейского Алатау предлагаются фазовые портреты ситуаций, обусловливающих их возникновение.

As the methods of prognosis of ice-water floods formed by the rivers of Ile Ala-Tau, the phase portraits of situations causing their occurrence are offered.

Важным для сокращения ущерба и в первую очередь предотвращения гибели людей является прогнозирование ледово-водных паводков и оповещение об опасности их прохождения. Однако методы прогноза ледово-водных паводков до настоящего времени практически полностью отсутствуют. Исключение составляют работы, выполненные В. В. Ждановым под руководством Б. С. Степанова [1-5]. В связи с актуальностью проблемы предпринята попытка разработки методики прогноза ледово-водных паводков на реках Илейского Алатау по данным об изменении температуры воздуха в низкогорной зоне.

На реках Илейского Алатау в зимний период практически ежегодно проходят ледово-водные паводки, наносящие значительный ущерб, а в отдельных случаях сопровождающиеся человеческими жертвами. Анализ гидрометеорологических условий их происхождения осуществлен по данным наблюдений на г/п «Каскелен – плотина» ГУ «Казселезащита», а также данным для м/постов «Алматы», «Усть-Горельник» Научно-прикладного справочника по климату СССР.

Анализ проводился в следующей последовательности:

1. Анализ гидрометеорологических условий в даты прохождения ледово-водных паводков.

2. Анализ гидрометеорологических условий в предшествующий прохождению ледово-водных паводков период.

3. Выявление и анализ типовых метеорологических ситуаций в предшествующий прохождению ледово-водных паводков период.

4. Установление и анализ аналогичных типовых метеорологических ситуаций, при которых прохождение ледово-водных паводков не наблюдалось.

5. Выявление и анализ случаев прохождения ледово-водных паводков (шугоходов) без типовых метеорологических ситуаций.

6. Выявление и анализ случаев отсутствия ледово-водных паводков при типовых метеорологических ситуациях.

К рассмотрению были привлечены данные:

в даты прохождения ледово-водных паводков – по расходам и уровням воды, атмосферным осадкам, высоте снежного покрова, температурам воздуха и воды во все сроки наблюдений;

за десять дней, предшествующих прохождению каждого из зафиксированных ледово-водных паводков, – среднесуточные значения расходов и уровней воды, высоты снежного покрова, температуры воздуха и воды, суточные суммы осадков;

для каждой даты каждого зимнего периода – среднесуточные значения температуры воздуха;

для ноября–февраля – декадные и месячные значения температуры воздуха, высоты снежного покрова и осадков.

1. Анализ данных ***в даты прохождения*** показал, что они характеризуются:

по температуре воздуха и воды –

в подавляющем (85%) числе случаев достаточно высокими для зимнего периода значениями температуры воздуха и воды: положительными, близкими к нулю и слабо отрицательными, превышающими нормы или близкими к среднедекадным, и в отдельных (15%) случаях низкими отрицательными значениями температуры воздуха;

по расходам воды –

в равных количествах случаев близкими к нормам значениями расходов воды, не вполне достигающими или слабо превышающими их;

по уровням воды –

средними для зимнего периода значениями;

по атмосферным осадкам –

для всех случаев отсутствием выпадения осадков и лишь в двух случаях выпадением осадков слоем 0,1 и 10 мм соответственно;

по высоте снежного покрова –

в 40% случаев высотой 6–10 см, в 30% около 15 см, в 20% около 20 см и по 5 % 0–5 и 30–35 см.

Анализ показывает, что данные о расходах и уровнях воды, скорее всего, не отражают действительной картины происходящих событий из-за низкого качества и недостаточной частоты наблюдений. Преобладающее отсутствие осадков указывает на небольшое влияние данного метеорологического элемента. В целом для даты прохождения ледово-водных паводков наиболее характерны достаточно высокие значения температуры воздуха – не ниже –7 °С. Однако как положительные, так и слабо отрицательные значения температуры воздуха наблюдаются достаточно часто и без прохождения ледово-водных паводков. Поэтому можно констатировать, что *наличие температуры воздуха от +3 до –6 °С – преимущественно необходимое, но недостаточное условие для формирования и прохождения ледово-водных паводков.*

2. Для выявления более полной картины условий формирования и прохождения ледово-водных паводков были рассмотрены элементы гидрометеорологического режима за 10-дневные, предшествующие датам прохождения ледово-водных паводков периоды.

Анализ данных гидрометеорологического режима показал, что эти периоды характеризуются:

по температуре воздуха и воды –

по всей совокупности периодов, предшествующих прохождению ледово-водных паводков, большим диапазоном изменения значений температуры воздуха, но в подавляющем (65%) числе случаев достаточно резким понижением их среднесуточных значений (в течение 4–7 дней от +2 до –18 °С) и последующим достаточно резким повышением (в течение 4–5 дней до –6 – +2 °С тепла), причем общая суммарная продолжительность похолодания и потепления составляет 7–10 дней; в малом числе случаев (менее 5%) стабильное понижение температуры до –25 °С и ниже;

по расходам воды –

изменениями от 1,2 до 2,6 м^3/с в различных периодах при стабильных значениях внутри периодов;

по уровням воды –

постоянством значений как внутри периодов, так и между периодами, соответствующим постоянству расходов;

по атмосферным осадкам –

выпадением осадков суточным слоем от 0,2 до 20 мм преимущественно в начале похолодания, суммой осадков за период от 0,2 до 44 мм, количеством дней с осадками от 1 до 6 с наибольшей повторяемостью 3 дня;

по высоте снежного покрова –

более чем в половине случаев колебанием высоты снежного покрова в пределах 0–15 см и по 5 % случаев в пределах 10–10, 5–30, 10–40, 20–25 см.

Анализ численных значений элементов гидрометеорологического режима за 10-дневные, предшествующие прохождению ледово-водных паводков периоды показывает, что в их совокупности *наиболее информативными характеристиками режима являются изменение температуры воздуха и продолжительность этого изменения.* Выпадение осадков в начале периодов хотя и отмечается в подавляющем числе случае, но одновременно в целом естественно для последующего похолодания в любые сезоны года. Значения высоты снежного покрова слишком изменчивы как между различными периодами, так и внутри них для выявления каких-либо особенностей. По значениям расходов воды эти периоды не отличаются от более длительных предшествующих (хотя это может быть связано с неточностью наблюдений).

Характеристики температурного режима в предшествующие прохождению ледово-водных паводков периоды

Характеристика	Температура исходного периода, Т, °С	Кол-во дней понижения температуры	Температура понижения, $T_{мин}$, °С	Кол-во дней повышения температуры	Температура повышения, T_{max}, °С	Общая продолжительность периода, дни
Максимальная	+ 1,9	9	- 11,7	5	+1,8	10
Минимальная	- 3,7	3	- 24,8	10	- 10,8	7
Наибольшая повторяемость	+ 0,6 +1,3	4-7	- 17 -18	2-3	- 2 - 5	8-10

Обобщенные численные значения температуры воздуха и продолжительности ее понижения и повышения в течение 10-дневных периодов для 65% случаев формирования ледово-водных паводков приведены в таблице.

При анализе данных обращает на себя внимание факт достаточно узкого диапазона изменений температурного режима в численных значениях и во времени.

3. При более детальном анализе данных *в качестве необходимых условий четко выявляются три фазовых портрета изменения температурного режима:*

1-й тип – *среднего похолодания;*

2-й тип – *сильного похолодания*;

3-й тип – *очень сильного похолодания*.

Фазовые портреты описываются вполне определенными ограниченными численными значениями температуры воздуха и продолжительности трендов похолодания и потепления. Достаточно четко просматривается и зависимость между указанными характеристиками.

Для определения степени неслучайности и необходимости указанных температурных условий, их значений, а также зависимостей между собой необходимо рассмотрение возможных *процессов* нарастания и разрушения ледовых покрытий в руслах рек, происходящих на их фоне.

Гипотетически в упрощенном виде можно предположить существование следующих процессов:

1) В течение ноября–февраля на большем протяжении времени происходят естественные при отрицательных значениях температуры воздуха появление и увеличение заберегов и донного льда до размеров площади и толщины, при которых сохраняется собственная устойчивость ледовых образований в руслах рек, а условия стока воды в них существенно не ухудшаются. При повышении температуры воздуха (в том числе до оттепелей) наблюдаются естественное сокращение ледовых образований и улучшение условий стока. Это ситуации, при которых характеристики ледовых образований изменяются сбалансированно с тепловым воздействием воды и воздуха, а также с эрозионным воздействием водного потока. Сток воды с параллельно колеблющимися расходами осуществляется свободно. Опасность формирования ледово-водных паводков при этом минимальна.

2) При похолоданиях с существенным понижением температуры воздуха, удерживающимся в течение нескольких дней, в руслах рек интенсивно увеличиваются ледовые образования. Нарастает донный лед, образуются ледяные мосты и дамбы. При этом уровни воды могут повышаться за счет возникающих ледяных подпоров. Создаются потенциальные возможности для возникновения ледово-водных паводков. При последующем достаточно интенсивном повышении температуры воздуха в течение нескольких дней баланс сил смещается в сторону воздействий водного потока, ослабления структурных связей внутри ледовых образований и их разрушения. Опасность возникновения ледово-водных паводков резко возрастает и в конце периода реализуется. Наблюдаются срыв и всплытие фрагментов донного льда. При лавинообразном режиме нарастания расхода возникающей смеси льда и воды на реке формируется и проходит ледово-водный паводок.

Описанная версия развития процессов соответствует 1-му и 2-му фазовым портретам изменения температурного режима. При них в руслах рек могут проводиться превентивные мероприятия по предотвращению формирования ледово-водного паводка, заключающиеся в частичной расчистке русла ото льда, обеспечивающей пропуск водного расхода в свободном или слабо стесненном режиме. В результате правильно дозируемого освобождения части русла ото льда

можно полностью исключить возникновение ледово-водного паводка.

3) При очень сильном и затяжном похолодании происходят интенсивное нарастание донного и берегового льда, возникновение ледяных мостов и даже промерзание. При этом эродирующие и тепловые воздействия воды становятся значительно ниже необходимых не только для остановки, но даже и для замедления процесса ледообразования. Здесь могут отмечаться повышение уровня воды, обусловленное подпором, выход ее на поверхность ледяного покрова, частичное истечение по остающимся внутриледным каналам стока. Ситуация соответствует 3-му фазовому портрету изменения температурного режима и характеризуется последовательно высокой и очень высокой степенью опасности возникновения ледово-водного паводка. Она может реализоваться и без повышения температуры воздуха по ряду иных причин. Предположительно это может произойти вследствие обрушения ледяных мостов под действием собственной силы тяжести, в результате всплытия льда при значительном уровне протекающей по его поверхности воды (действие архимедовых сил), прорыва ледяных дамб скапливающейся выше подпоров воды и др.

Превентивные мероприятия в данной ситуации могут проводиться, при этом целью их может являться не столько снижение опасности возникновения ледово-водного паводка, сколько контролируемое воспроизведение его в заранее намеченные сроки с принятием соответствующих мер по оповещению и снижению ущерба.

4. В целях подтверждения или опровержения необходимости для формирования ледово-водного паводка реализации сформулированных 3-х фазовых портретов изменения температурного режима были рассмотрены все достаточно похожие на них *погодные ситуации, но при которых ледово-водные паводки не отмечались*. Несмотря на внешнее сходство, ситуации без прохождения ледово-водного паводка отличаются от предложенных фазовых портретов численными значениями описывающих их характеристик, а именно более высокими минимальными значениями температуры воздуха при похолодании (25% случаев), более коротким периодом потепления и похолодания (30% случаев), более продолжительными периодами потепления или похолодания (30% случаев). В 18% случаев подобные ситуации отмечались вскоре после прохождения ледово-водного паводка. В 2 % случаев анализируемые ситуации практически полностью совпадали с фазовыми портретами.

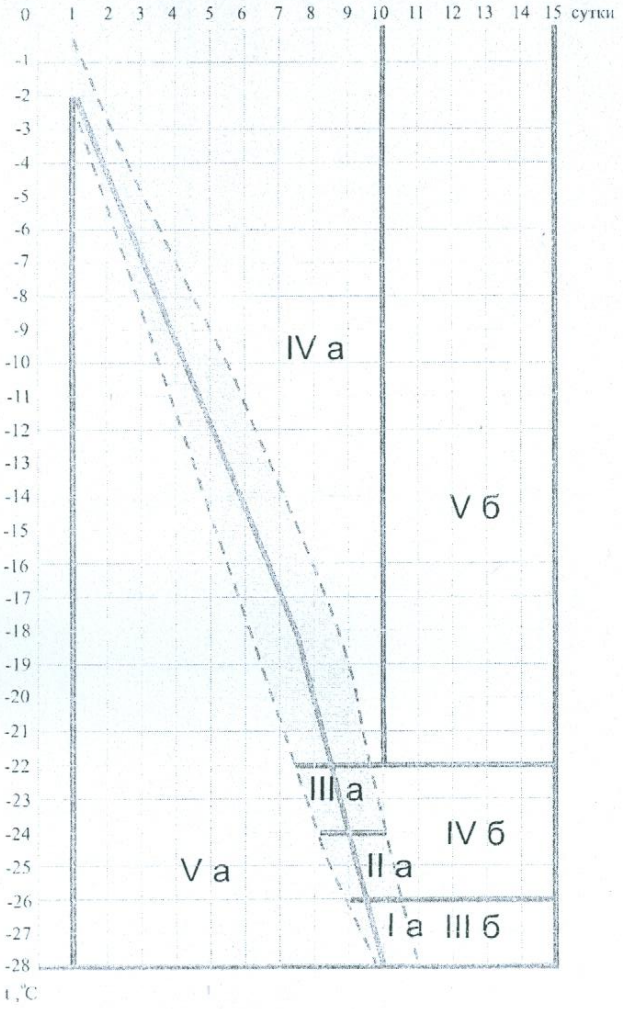
Причинами отсутствия ледово-водного паводка в первых двух типах ситуаций является, вероятно, то, что при них ввиду ограниченности периода или недостаточности понижения температуры не формируются ледовые образования опасных размеров. В случаях третьей ситуации нарастание и сокращение ледовых образований вследствие растянутости процессов происходит сбалансированно с тепловым воздействием воды и воздуха и размывающим и эродирующим воздействием водного потока. Формирование повторного ледово-водного паводка, возможно, лимитируется необходимой продолжительностью межпаводкового периода, так как при прохождении первого русло практически полностью освобождается от ледовых образований.

5. В одном из случаев аналогичных фазовым портретам ситуаций прохождение ледово-водного паводка зафиксировано на реках хр. Кетпен, т.е. за пределами рассматриваемой территории. В остальных из них можно предположить предотвращение формирования ледово-водного паводка превентивными мероприятиями – расчисткой русла.

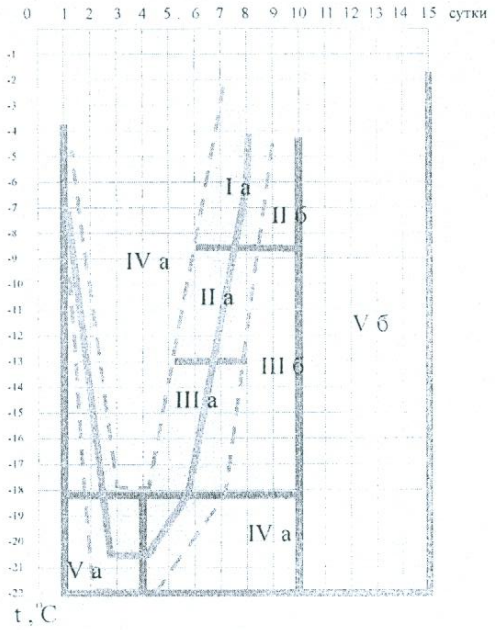
Таким образом, анализ случаев изменений температурного режима (похолодание-потепление), при которых не отмечено прохождение ледово-водного паводка, *не опровергает необходимости* реализации температурных условий, описываемых фазовыми портретами, для формирования ледово-водных паводков.

6. Анализ случаев ледово-водных паводков в условиях, отличных от фазовых портретов, не выявил каких-либо иных причин природного характера, но позволил сделать предположение, что главными при этом явились *антропогенные факторы*. Эти случаи также *не могут служить основанием для опровержения необходимости* реализации температурных условий, описываемых фазовыми портретами, для формирования ледово-водных паводков.

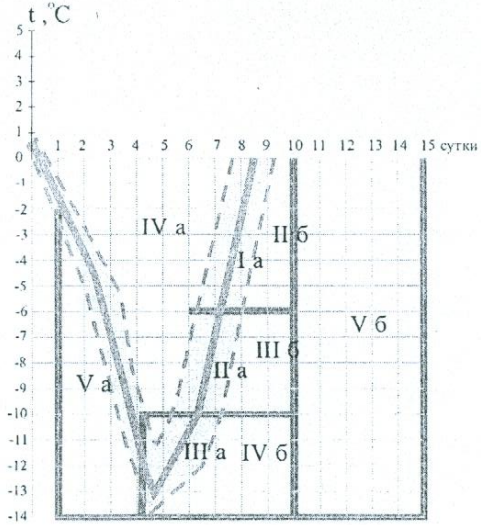
В целом анализ ситуаций прохождения ледово-водных паводков и их отсутствия *подтверждает необходимость для их возникновения реализации определенных значений температурных и временных характеристик, описывающих фазовые портреты, и позволяет сформулировать критерии оценки опасности ледово-водных паводков.*



а



б



в

Условные обозначения:
I — зона очень высокой опасности ЛВП (Ш)
II — зона высокой опасности ЛВП (Ш)
III — зона потенциальной опасности ЛВП (Ш)
IV — зона минимальной опасности ЛВП (Ш)
V — зона отсутствие опасности ЛВП (Ш)

Критерии оценки степени опасности ледово-водных паводков

Таким образом, общий облик ситуаций, опасных для формирования и возникновения ледово-водных паводков, описывается 3-мя фазовыми портретами. Два из них – ситуации резкого понижения температуры воздуха до значительных отрицательных величин, протекающего в течение определенного промежутка времени, и последующего достаточно интенсивного потепления, при котором за определенный промежуток времени достигаются слабо отрицательные или положительные значения температуры воздуха. Итогом реализации ситуации является прохождение ледово-водных паводков по истечении полного цикла «похолодания – потепления». Последний фазовый портрет – ситуация резкого и глубокого похолодания, продолжающегося в течение определенного периода, в итоге которой проходят ледово-водные паводки при низких отрицательных значениях температуры воздуха без потепления.

Сформулированные и графически отображенные фазовые портреты являются основой фоновой оценки опасности ледово-водных паводков (см. рисунок, а-в).

Граничные значения температуры воздуха и продолжительности на разных фазах описанных ситуаций изменения температурного режима считаются *критическими* и позиционируются как *критерии опасности* ледово-водных паводков.

Опасность прохождения ледово-водных паводков меняется по мере реализации ситуаций, описываемых фазовыми портретами. В различных фазах она отсутствует, проявляется как потенциальная, возрастает от минимальной к высокой и очень высокой.

Критерии для оценки опасности прохождения ледово-водных паводков определены впервые. Сформулированы они на основе экспресс-анализа, поэтому носят предварительный характер и нуждаются в последующем уточнении на основе результатов апробации в процессе практического использования, а также более глубоких научных исследований. В 2012 г. при испытании предложенной методики прогноза выявлено совпадение изменений характеристик температурного режима, предшествующих прохождению ледово-водного паводка, со 2-м фазовым портретом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Степанов Б.С., Яфязова Р.К., Жданов В.В.* Водоледяные сели. К механизму формирования водоледяных конструкций // Гидрометеорология и экология. 2009. №3. С. 143-152.

2. *Жданов В.В.* О возможности прогноза катастрофических водоледовых 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.

3. *Жданов В.В.* К оценке роли изменения температуры воздуха в формировании водоледовых селей // Гидрометеорология и экология. 2006. №2. С. 73-78.

4. *Жданов В.В.* Гидрометеорологические условия зимнего периода на северном склоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. 2006. №4. С. 102-107.

5. *Жданов В.В.* Водоледовые сели: Природа, прогноз, адаптация // Тезисы докладов Второй конференции молодых ученых национальных гидрометслужб государств-участников СНГ «Новые методы и технологии в гидрометеорологии». М., 2006. С. 85-86.

СОДЕРЖАНИЕ

От редактора....3

Медеу А.Р. Основные достижения Института географии за 20 лет независимости Республики Казахстан....4

Гидрология

Шерфединов Л.З. Коллизии ирригации Ферганской долины и гидроэнергетики Нарына....10
Амиргалиев Н.А., Исмуханова Л.Т. Трансграничный приток минеральных солей и токсичных соединений по р. Иле....20
Амиргалиев Н.А., Турсумбаев А.У. Оценка качества воды водных объектов Верхнего Тобыла....29
Медеу А.Р., Киренская Т.Л., Молдахметов М.М., Махмудова Л.К., Мусина А.К. Критерии оценки опасности возникновения ледово-водных паводков....34
Гальперин Р.И., Авезова А. Максимальные расходы воды на казахстанском участке р. Есиль....40

Геокриология

Северский Э.В. Геокриологические опасности гор Казахстана....45

Гляциология

Горбунов А.П. Каменные глетчеры и сходные образования Гиссаро-Алая....52

Ландшафтоведение

Плохих Р.В. О геохимии ландшафтов Прибалкашья....57

Рекреационная география

Егорина А.В. Рекреационный потенциал Сибинских озер....62

Рецензии

Степанов Б.С. Рецензия на монографию А. Р. Медеу «Селевые явления Юго-Восточного Казахстана. Основы управления»....66

Юбилейные даты

Н. А. Северцов (к 185-летию со дня рождения)....68
П. П. Семенов-Тян-Шанский (к 185-летию со дня рождения)....72
М. Т. Погребецкий (к 120-летию со дня рождения)....75

Редактор *Т. Е. Каткова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 06.04.2012.
Формат 60x88 1/8. Бумага офсетная.
Печать – ризограф. 5,0 п.л. Тираж 300.

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