

СВЕРХКРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ДОЖДЕВЫХ СЕЛЕЙ И ФОРМИРОВАНИЕ СЕЛЕЙ В БАССЕЙНАХ РЕК КИШИ И УЛКЕН АЛМАТЫ 21 ИЮЛЯ 2023 ГОДА

Б.С. Степанов* д.г.н., **Р.К. Яфязова** д.т.н.

*РГП «Казгидромет», Алматы, Казахстан
E-mail: bs.stepanov@gmail.com*

В статье приведены условия формирования дождевых селей в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы 21 июля 2023 г., прогноз которых осуществлялся с использованием метода сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса. Разработанный в РГП «Казгидромет» метод сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса основан на фактической метеорологической информации максимально приближенной к прогнозируемому явлению. Оправдываемость сверхкраткосрочного прогноза значительно превышает оправдываемость краткосрочного прогноза селей дождевого генезиса. Необходимость разработки метода сверхкраткосрочного прогноза селей связана с большим моральным и материальным ущербом, вызываемым неоправдавшимися прогнозами. О важности прогноза селей дождевого генезиса свидетельствуют сели 1950 и 2006 гг., сформировавшиеся в бассейне р. Улкен Алматы. Сели дождевого генезиса 21 июля 2023 г. в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы показали работоспособность метода сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса.

Ключевые слова: сель, дождь, интенсивность дождя, температура воздуха, сверхкраткосрочный прогноз, рытвина, расход

Поступила: 23.10.23

DOI: 10.54668/2789-6323-2023-111-4-16-24

ВВЕДЕНИЕ

Предметом, целью и задачей исследования является выявление условий формирования селей 21 июля 2023 года в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы и сделать вывод о целесообразности использования метода сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса в практике РГП «Казгидромет».

В 2000 г. под руководством доктора географических наук Б.С. Степанова был разработан метод краткосрочного прогноза селей дождевого генезиса для северного склона Заилийского (Иле) Алатау (Отчет, 2000; Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2017). Предполагалось, что в основе этого метода будет использоваться метод прогноза осадков в селеопасный период для Заилийского (Иле) Алатау, разработанный Р.Ю. Вальнером (Вальнер Р.Ю., 1992). К сожалению, метод Р.Ю. Вальнера не вошел в практику Гидрометцентра, поэтому метод краткосрочного прогноза селей дождевого генезиса для северного склона

Заилийского (Иле) Алатау, разработанный в 2000 г., не был внедрен. В связи с этим и рекомендацией Наставления по службе прогнозов, что предсказываемое явление должно быть максимально приближено к прогнозируемому (Наставление, 1962) была поставлена задача разработать метод сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса.

Катастрофические сели дождевого генезиса в центральной части Иле Алатау (в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы) формируются при выпадении осадков близких к 60 мм (Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2016). Согласно методу сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы, разработанному авторами статьи в 2008...2010 гг. в РГП «Казгидромет», за критериальное значение осадков принято 40 мм с целью увеличения заблаговременности прогноза, которая складывается из времени между выпадением осадков от 40 до 60 мм и времени добега селя до объекта поражения

(Яфязова Р.К., 2014; Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2016; Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2017).

Возможность составления сверхкраткосрочных прогнозов селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы появилась благодаря наличию минимально необходимой плотности метеостанций и гидропостов на территории этих бассейнов, изученности гидрометеорологических условий, геолого-геоморфологического строения бассейнов, растительного покрова, а также достоверной информации о датах формирования, генезисе и масштабах селевых явлений в прошлом.

Достоинствами метода сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса являются максимальная приближенность к ожидаемому явлению и заблаговременность, которая превышает таковую автоматизированной системы мониторинга селевой опасности, созданной для защиты г. Алматы, а также высокая оправдываемость прогноза, поскольку используется текущая фактическая метеорологическая ситуация. Оправдываемость этого метода в десятки раз превышает оправдываемость краткосрочного метода прогноза селей дождевого генезиса, использовавшегося ранее в Казгидромете. В соответствии с методом сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса 21 июля 2023 г. было дано штормовое предупреждение об угрозе формирования селей в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы, прогноз оправдался.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Условия формирования

Сели дождевого генезиса формируются при превышении критических значений интенсивности и слоя осадков, а также температуры воздуха. Критические значения осадков зависят от механизма (сдвиговый или эрозионно-сдвиговый) формирования селей, степени предварительного увлажнения грунтов, принимающих участие в селеформировании, их гранулометрического и минералогического составов, состава и состояния растительного покрова.

При наличии снежного покрова на стокообразующих поверхностях сели дождевого генезиса формируются в

исключительно редких случаях, поэтому прогнозирование селей осуществляют после схода снежного покрова с поверхности грунтов, на которых формируется поверхностный сток.

Прогностическими параметрами метода сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса являются: высота сезонной снеговой линии – для оценки степени участия площади бассейна в селеформировании; увлажнение грунта; температура воздуха на различных высотах – для определения высоты нулевой изотермы, используемой для оценки фазы выпадающих осадков; количество и продолжительность осадков. Сверхкраткосрочный прогноз селей дождевого генезиса практически основан на фактической метеорологической информации (Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2016).

В статье приводятся гидрометеорологические условия, приведшие к формированию селей в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы. Использование этих данных при прогнозе селей дождевого генезиса в иных геолого-геоморфологических, климатических и других условиях нецелесообразно.

В июле 2023 г. в центральной части Иле Алатау количество выпавших осадков было неравномерным. Так, в высокогорной зоне на метеостанции (МС) «Мынжилки» в первой декаде июля выпало около 42% месячной нормы, во второй декаде – около 6% месячной нормы. В среднегорной зоне на МС «БАО» в первой декаде выпало около 38% месячной нормы, во второй декаде – около 5% месячной нормы.

По данным аэрологической станции, 21 июля в 6:00 ч нулевая изотерма находилась на высоте 4621 м; в 15:00 ч нулевая изотерма, рассчитанная по температуре воздуха на различных высотах, была на высоте 4249 м. По данным МС «Мынжилки», расположенной на высоте 3017 м, максимальная температура воздуха составила 14,8 °С.

В высокогорной и среднегорной зонах Иле Алатау днем, на фоне высокой температуры воздуха, выпали сильные осадки продолжительностью 2...3 часа. По данным станции автоматизированной системы мониторинга селевой опасности, расположенной в бассейне р. Киши Алматы на высоте 3600 м, выпало 72 мм жидких осадков;

гляциологической станции на леднике Туйыксу – 61,2 мм; МС «Мынжилки» – 56 мм (около 40 % месячной нормы); автоматической метеорологической станции (АМС) «Туюксу» – 20 мм; МС «Шымбулак» – 16 мм; МС «БАО» – 36 мм (около 30 % месячной нормы); гидропоста (ГП) «Кумбель-устье» – 32,2 мм. По данным АМС «БАО», максимальная интенсивность дождя составляла 1,3 мм/мин, средняя интенсивность дождя в течение 30 минут составила 0,7 мм/мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование дождевых селей в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы 21 июля 2023 года

Формирование и развитие селей в бассейне р. Киши Алматы 21 июля 2023 г. произошло в рытвинах и их водосборах на правом склоне долины реки в диапазоне высот 3000...4010 м (рисунок 1). Сели, с небольшими интервалами времени, сформировались в трех рытвинах. Наиболее крупный сель сформировался в рытвине №1 под пиком Абая. Менее крупный сель сформировался в рытвине №2 (рисунок 2), небольшой сель из рытвины №3 достиг селехранилища в Мынжилках.

Механизм формирования селей в рытвинах был впервые выявлен и описан в 2001 г. (Степанов Б.С. и др., 2001). Относительно небольшие плотные сели в высокогорной зоне образуются в результате сдвига водонасыщенных пород, накапливающихся в межселевые периоды в склоновых ложбинах, называемых рытвинами.

Все процессы, происходящие в рытвине, могут быть разделены на 3 этапа:

- заполнение рытвины рыхлообломочным материалом;
- водонасыщение рыхлообломочного материала водой при выпадении аномальных жидких осадков;
- сдвиг и движение селевой массы.

Сработавшая рытвина (после очередного селя) заполняется в течение нескольких лет рыхлообломочным материалом, в состав которого входят крупные обломки материнской горной породы (как правило, размеры этих обломков в несколько раз меньше размеров сечения рытвины), а также более мелкие частицы вплоть до песка, пыли и глины.

В ходе заполнения рытвины рыхлообломочным материалом обычные водные потоки (таяние снега, небольшие дожди и т.д.) вымывают относительно мелкие фракции, при этом из крупных обломков образуется каркас, зазоры которого – подземный канал стока. В зависимости от размеров рытвины глубина залегания подземного канала стока может колебаться от долей метра до нескольких метров.

Если расход воды в рытвине увеличивается до значения, при котором движение воды определяется силой гравитации и гидростатическим давлением, происходит обводнение пород, расположенных выше подземного канала стока рытвины. Аккумуляция значительных объемов воды в рытвине создает предпосылки для формирования селевого потока в результате потери устойчивости обводненным массивом (Степанов Б.С. и др., 2001; Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2014).

Характерной особенностью гранулометрического состава горных пород, участвовавших в формировании селей 21 июля, является практически полное отсутствие глины и мелких фракций песка. Этим объясняется то, что суспензия селевой массы имела плотность, мало отличающуюся от плотности воды, практически не обладала пластичностью. Главную роль в процессе движения селей играли не вязкость и пластичность, а кулоновское трение, которому способствовала незначительная окатанность относительно крупных частиц рыхлообломочного материала. При движении селей на относительно малом уклоне из селевой массы изливалась суспензия (рисунок 3). Селевые отложения повредили тракторную дорогу на протяжении около 1000 м, высота селевых отложений на протяжении 300 м достигала 2-х метров (рисунок 4).

Сели в основном остановились, не достигнув русла р. Киши Алматы. Лишь часть селевой массы, сформировавшейся в наиболее крупной рытвине, достигла и слилась с р. Киши Алматы (рисунок 5). Смешавшись с водой реки, образовавшийся поток продолжал движение на участке длиной около 2 км со средним уклоном 12° в интервале

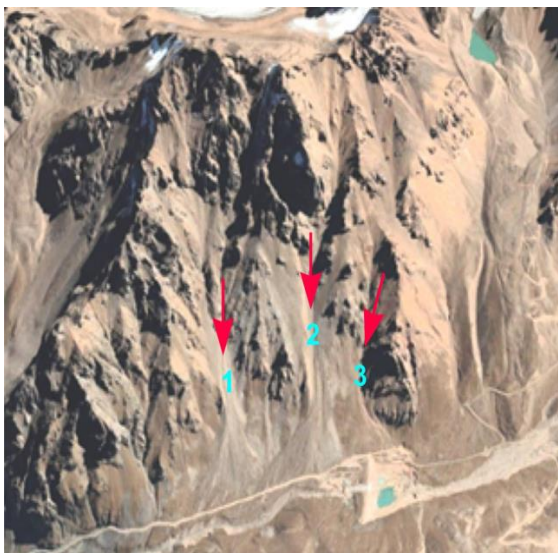


Рис.1. Перспективное изображение Google Earth рывтин на правом склоне в верховьях долины р Киши Алматы (красные стрелки – сработавшие рывтины 21 июля 2023 г.). В верхнем правом углу снимка – озеро №6



Рис.2. Движение фронтальной части селя, сформировавшегося в рывтине №2.
Фото В.П. Мишенина



Рис.3. Суспензия, излившаяся из остановившейся селевой массы.
Фото В.П. Мишенина



Рис.4. Селевые отложения на тракторной дороге. Фото В.П. Мишенина

высот 2470...2910 м, увеличивая свои характеристики. На высоте 2470 м (в районе ГП «а/б Туюксу») грязекаменный поток частично отложился на мостовом переезде к альплагерю (рисунок 6). Далее поток продвигался на участке длиной 3 км со средним уклоном 8,5° (Малоалматинский селевой врез), в результате чего увеличились его характеристики. Селевой процесс длился достаточно долго.

Так, в створе ГП «Сарысай» в 20:00 ч расход потока составлял 4,51 м³/с (21 июля в

08:00 ч утра расход воды не превышал 2,58 м³/с), с которым он поступил в селехранилище «Медеу». При движении в Малоалматинском селевом врезе поток обогатился глиной, вследствие этого фильтровальная станция «Медеу», где происходит водоподготовка горной воды из р. Киши Алматы и ее притоков, была частично отключена, а вода в головном арыке г. Алматы в течение нескольких суток была мутной.

21 июля 2023 г. практически одновременно с селями в бассейне



Рис.5. Отложения селя в русле р. Киши Алматы. Фото В.П. Мишенина



Рис.6. Мостовой переход к альплагерю, перекрытый селевыми отложениями. Автор фото не установлен

р. Киши Алматы сформировался сель в верхних бассейнах р. Кумбель (правый приток р. Улкен Алматы). Формирование и развитие дождевых селей в бассейне р. Кумбель происходит в рытвинах на правом склоне долины реки в диапазоне высот 2300...3850 м (рисунок 7). Формирование селя 21 июля могло произойти в рытвинах №5...7 (крайние справа). По данным наблюдателя ГП «Кумбель-устье», сель носил волнообразный характер. Это подтверждается и маловероятностью того, что рытвины срабатывали одновременно. Максимальным расходом и плотностью характеризовалась фронтальная часть селевого потока. Минимальный расход селя составлял 10...15 м³/с. Максимальный уровень и расход селя были оценены по положению травы, сохранившейся после прохождения селя на левом склоне долины вблизи устья р. Кумбель. Плотность селевой массы была в пределах 2200...2400 кг/м³. О незначительном содержании в селевой массе глины и пыли свидетельствует крайне тонкий слой суспензии, оставшейся на растительности.

В долине р. Улкен Алматы сель не выходил в пойму, «освобождаясь» от крупных фракций гранулометрического состава твердой компоненты селевой массы в русле. Селевая масса с более мелкими фракциями была задержана в селехранилище «Аюсай». На конусе выноса р. Аюсай сле-

дов формирования селя не обнаружено.

О важности прогноза селей дождевого генезиса в бассейне р. Улкен Алматы свидетельствуют также сели 1950 и 2006 гг., которые также сформировались в рытвинах на правом склоне долины р. Кумбель (рисунок 7). Сель 1950 г. носил катастрофический характер (Яфязова Р.К., 2007). Расход селя в устье р. Кумбель был близок к 1000 м³/с, а у г. Алматы – 100 м³/с, объем селя составил около 1,5 млн м³. Сель также сформировался в бассейне р. Аюсай (Технический отчет, Инв. №7/854, 1950). Плотность селя была высокой, что подтверждается размерами глыб, входивших в состав селевой массы (рисунок 8).

Во время прохождения селя 1950 г. погибли люди. Ущерб, причиненный селом, был значительным: «разрушены водозаборы, плотины и напорные трубопроводы у семи гидроэлектростанций; завален приемник горводопровода, разрушена часть поселка ГЭС-1 и несколько домов в других местах, уничтожено несколько автомашин и один трактор; разрушены четыре бетонных моста, шоссеиная дорога, высоковольтная линия и линия связи на протяжении около 10 км, уничтожено около 400 голов скота» (Дуйсенов Е., 1971).

Сель 2006 г. имел максимальный расход 800 м³/с (Медеу А.Р., 2011).

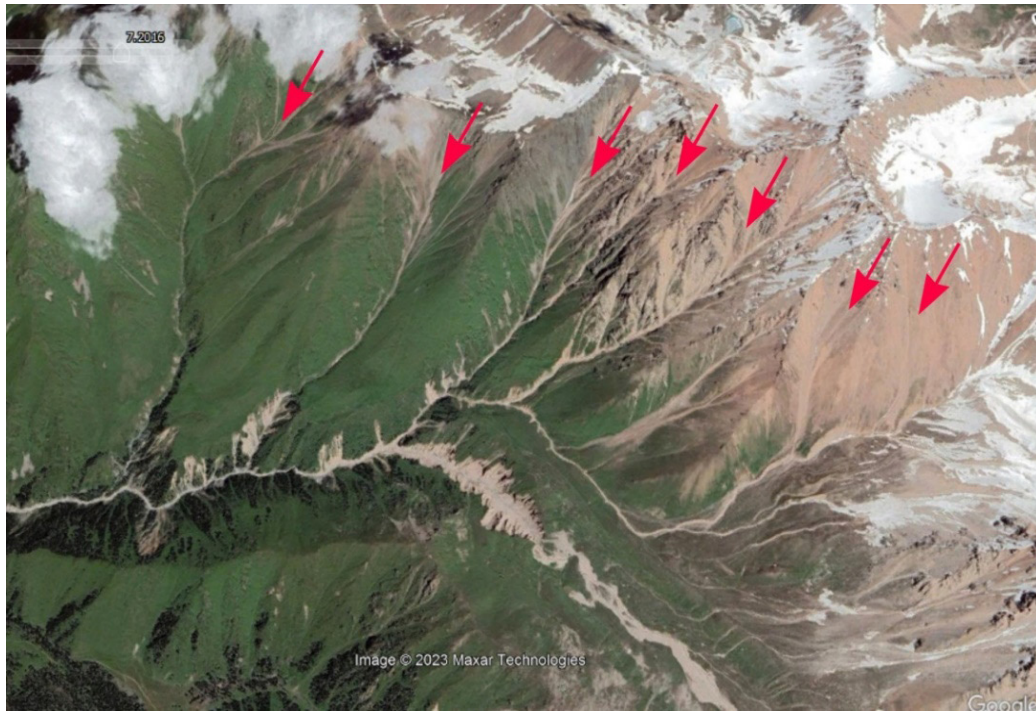


Рис.7. Перспективное изображение Google Earth рытвин на правом склоне в верховьях долины р. Кумбель (красные стрелки – рытвины, в которых формировались сели дождевого генезиса в 1950, 2006 и 2023 годах)

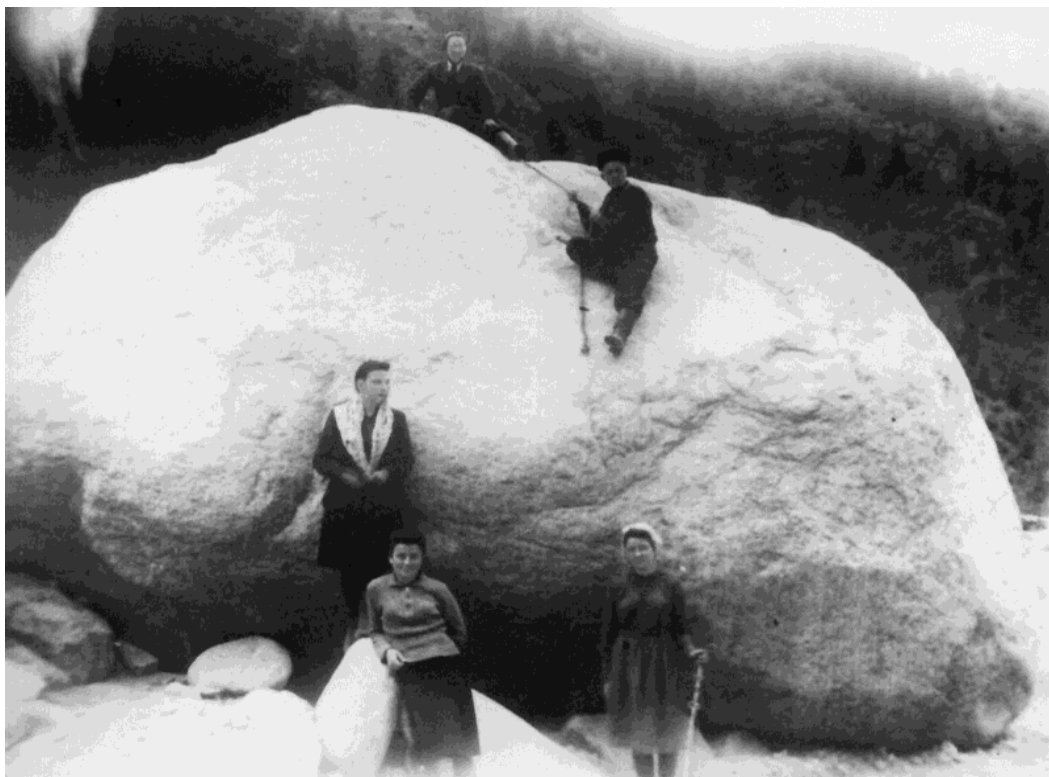


Рис.8. Одна из глыб, оставшаяся в долине р. Улкен Алматы после прохождения селя 1950 г. Фото из архива РГП «Казгидромет»

Объем селевой массы – около 1 млн м³, плотность – 2350 кг/м³. Селевая масса отложилась в основном на расстоянии 1...1,5 км выше устья р. Проходная на участке длиной 500 м и шириной 100...150 м. Проводилась эвакуация отдыхающих (более 50 человек) силами Казселезащиты и РОСО МЧС РК

(Медеу А.Р. и др., 2016). Отложения крупных частиц селя приведены на рисунке 9.

При оценке степени защищенности от селей в бассейне р. Улкен Алматы следует учитывать, что там формируются и сели гляциального генезиса.



Рис.9. Отложения селя в пойме р. Улкен Алматы 06.07.2006 г. (1...1,5 км выше устья р. Проходная). Фото В.П. Благовещенского

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сели дождевого генезиса 21 июля 2023 г. в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы показали работоспособность метода сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса (Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2016). Анализ формирования селей в рытвинах, расположенных на правом склоне долины р. Киши Алматы, подтвердил правильность представления о механизме формирования дождевых селей в рытвинах, а также необходимость внедрения в практику защиты от селей дождевого генезиса, формирующихся в рытвинах, способа предотвращения селей путем создания «окон разгрузки», описанных в (Степанов Б.С. и др., 2001; Степанов Б.С., Яфязова Р.К., 2014). Установка автоматических метеорологических станций в среднегорной и высокогорной зонах селеопасных бассейнов северного склона Иле Алатау позволит обеспечить надежными прогнозами селей дождевого генезиса все населенные пункты, расположенные у подножия хребта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вальнер Р.Ю. Способ краткосрочного прогноза осадков в селеопасный период для Заилийского Алатау // Селевые потоки. – 1992. – №12. – С. 62–70.
2. Дуйсенов Е. Селевые потоки в Заилийском Алатау. – Алма-Ата: Казахстан, 1971. – 192 с.
3. Исследование селевого паводка, прошедшего 8–9 июля 1950 г. в бассейне р. Большая Алматинка: Технический отчет / Алма-Атинская научно-исследовательская гидрологическая обсерватория. – Инв. №7/854. – Алма-Ата, 1950. – 147 с. (архив РГП «Казгидромет»).
4. Медеу А.Р. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Основы управления. – Алматы, 2011. – Т. 1. – 284 с.
5. Медеу А.Р., Баймолдаев Т.А., Киренская Т.Л. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Антология селевых явлений. – Алматы, 2016. – Т. 4. – Ч. I. – 576 с.
6. Наставление по службе прогнозов. Раздел 3. Служба гидрологических прогнозов. Часть I. Прогнозы режима вод суши. – Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1962. – 194 с.
7. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработать метод прогноза катастрофических селей дождевого генезиса на северном склоне Заилийского Алатау» / РГП «Казгидромет» ДГП «КазНИИМОСК». – Алматы, 2000. – 104 с. (утвержден директором ДГП «КазНИИМОСК» М.Ж. Бурлибаевым).

8. Степанов Б.С., Хайдаров А.Х., Яфязова Р.К. Механизмы, приводящие к формированию селей дождевого генезиса в высокогорной зоне Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2001. – №1–2. – С. 74–81.
9. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Состояние проблемы краткосрочного прогноза селей дождевого генезиса // Гидрометеорология и экология. – 2017. – №2. – С. 114–125.
10. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Метод сверхкраткосрочного прогноза селей дождевого генезиса // Гидрометеорология и экология. – 2016. – №4. – С. 71–83.
11. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. Селевые явления Юго-Восточного Казахстана: Селевые процессы и селе-технические сооружения. – Алматы, 2014. – Т. 3. – 434 с.
12. Яфязова Р.К. К концепции сверхкраткосрочного прогноза // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №4. – С. 52–57.
13. Яфязова Р.К. Природа селей Заилийского Алатау. Проблемы адаптации. – Алматы, 2007. – 158 с.
5. Medeu A.R., Bajmoldaev T.A., Kirenskaya T.L. Selevye yavleniya YUgo-Vostochnogo Kazahstana: Antologiya selevykh yavlenij. – Almaty, 2016. – Т. 4. – Ч. I. – 576 p.
6. Nastavlenie po sluzhbe prognozov. Razdel 3. Sluzhba gidrologicheskikh prognozov. CHast' I. Prognozy rezhima vod sushi. – L.: Gidrometeorologicheskoe izdatel'stvo, 1962. – 194 p.
7. Otchet o nauchno-issledovatel'skoj rabote «Razrabotat' metod prognoza katastroficheskikh selej dozhdevogo genезisa na severnom sklone Zailijskogo Alatau» / RGP «Kazgidromet» DGP «KazNIIMOSK». – Almaty, 2000. – 104 p. (utverzhen direktorom DGP «KazNIIMOSK» M.ZH. Burlibaevym).
8. Stepanov B.S., Hajdarov A.H., Yafyazova R.K. Mekhanizmy, privodyashchie k formirovaniyu selej dozhdevogo genезisa v vysokogornoj zone Zailijskogo Alatau // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2001. – №1–2. – P. 74–81.
9. Stepanov B.S., Yafyazova R.K. Costoyaniye problemy kratkosrochnogo prognoza selej dozhdevogo genезisa // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2017. – №2. – P. 114–125.
10. Stepanov B.S., Yafyazova R.K. Metod sverhkratkosrochnogo prognoza selej dozhdevogo genезisa // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2016. – №4. – P. 71–83.
11. Stepanov B.S., Yafyazova R.K. Selevye yavleniya YUgo-Vostochnogo Kazahstana: Selevye processy i seletekhnicheskiesooruzheniya. – Almaty, 2014. – Т.3. – 434p.
12. Yafyazova R.K. K koncepcii sverhkratkosrochnogo prognoza // Gidrometeorologiya i ekolo-giya. – 2014. – №4. – P. 52–57.
13. Yafyazova R.K. Priroda selej Zailijskogo Alatau. Problemy adaptacii. – Almaty, 2007. – 158 p.

REFERENCES

1. Val'ner R.Yu. Sposob kratkosrochnogo prognoza osadkov v seleopasnyj period dlya Zailijskogo Alatau // Selevye potoki. – 1992. – №12. – P. 62–70.
2. Dujenov E. Selevye potoki v Zailijskom Alatau. – Alma-Ata: Kazahstan, 1971. – 192 p.
3. Issledovanie selevogo pavodka, proshedshego 8–9 iyulya 1950 g. v bassejne r. Bol'shaya Almatinka: Tekhnicheskij otchet / Alma-Atinskaya nauchno-issledovatel'skaya gidrologicheskaya obser-vatoriya. – Inv. №7/854. – Alma-Ata, 1950. – 147 p. (arhiv RGP «Kazgidromet»).
4. Medeu A.R. Selevye yavleniya Yugo-Vostochnogo Kazahstana: Osnovy upravleniya. – Almaty, 2011. – Т.1. – 284p.

2023 ЖЫЛҒЫ 21 ШІЛДЕДЕ КІШІ ЖӘНЕ ҮЛКЕН АЛМАТЫ ӨЗЕНДЕРІНІҢ АЛАПТАРЫНДА ЖАҢБЫР СЕЛДЕРНІҢ ӨТЕ ҚЫСҚА МЕРЗІМДІ БОЛЖАМЫ ЖӘНЕ СЕЛДІҢ ҚАЛЫПТАСУЫ

Б.С. Степанов* геогр.ҒЫЛЫМ.ДОКТ., Р.К. Яфязова техн.ҒЫЛЫМ.ДОКТ.

«Қазгидромет» РМК, Алматы, Қазақстан
E-mail: bs.stepanov@gmail.com

Мақалада 2023 жылғы 21 шілдеде Кіші және Үлкен Алматы өзендерінің бассейндерінде жаңбырлы сел ағындарының қалыптасу жағдайлары берілген. Бұл селдер жаңбырлы селдерін болжаудың өте қысқа мерзімді әдісімен болжанған. «Қазгидромет» РМК әзірлеген жаңбыр генезисті селдердің өте қысқа мерзімді болжау әдісі сел құбылысына барынша жақын нақты метеорологиялық ақпаратқа негізделген. Жаңбыр генезисті селдердің өте қысқа мерзімді болжамның дәлдігі жаңбыр генезисті селдердің қысқа мерзімді болжамының дәлдігінен айтарлықтай асып түседі. Сел тасқындарын өте қысқа мерзімді болжау әдістемесін әзірлеу қажеттілігі ақталмаған болжамдардан келтірілген үлкен моральдық және материалдық залалмен байланысты. Жаңбыр селдерін болжау маңыздылығын Үлкен Алматы өзен алабында қалыптасқан 1950 және 2006 жылдардағы сел тасқындары дәлелдейді.

Түйін сөздер: сел, жаңбыр, жауынның қарқындылығы, ауа температурасы, өте қысқа мерзімді болжам, шұңқыр, ағын

THE ULTRA-SHORT-TERM FORECAST FOR RAIN-INDUCED DEBRIS FLOWS AND FORMATION OF DEBRIS FLOWS IN THE KISHI AND ULKEN ALMATY RIVER BASINS JULY 21 2023

B.S. Stepanov* doctor of Geographical Sciences, **R.K. Yafyazova** doctor of Technical Sciences

RSE «Kazhydromet», Almaty, Kazakhstan

E-mail: bs.stepanov@gmail.com

The conditions for formation of rain-induced debris flows in the Kishi and Ulken Almaty river basins on July 21 2023 given in the paper. These debris flows was predicted using the ultra-short-term method for forecasting rain-induced debris flows, which developed by the RSE “Kazhydromet”. The method is basing on actual meteorological information that is as close as possible to the predicted phenomenon. The accuracy of the ultra-short-term forecast significantly exceeds that of the short-term forecast of rain-induced debris flows. The need to develop a method for ultra-short-term forecasting of rain-induced debris flows is associated with great moral and material damage caused by unfulfilled forecasts. The importance of forecasting rain-induced debris flows was evidenced by debris flows 1950 and 2006, which formed in the Ulken Almaty river basin.

Key words: debris flow, rain, rain intensity, air temperature, ultra-short-term forecast, gully, discharge

Сведения об авторах/Авторлар туралы мәліметтер/Information about authors:

Степанов Борис Сергеевич – профессор доктор географических наук, ведущий научный сотрудник управления исследования селевых процессов и прогнозирования селей РГП «Казгидромет», Алматы, пр. Абая, 32, bs.stepanov@gmail.com

Яфязова Роза Кайюмовна – доктор технических наук, начальник управления исследования селевых процессов и прогнозирования селей РГП «Казгидромет», Алматы, пр. Абая, 32, yafyazova_r@meteo.kz

Степанов Борис Сергеевич - профессор, география ғылымдарының докторы, «Қазгидромет» РМК Сел үдерістерін зерттеу және селді болжау басқармасы жетекші ғылыми қызметкері, Алматы, Абай 32, bs.stepanov@gmail.com

Яфязова Роза Кайюмовна - техника ғылымдарының докторы, «Қазгидромет» РМК Сел үдерістерін зерттеу және селді болжау басқарма басшысы, Алматы, Абай 32, yafyazova_r@meteo.kz

Boris Stepanov -Professor, Doctor of Geographical Sciences, Leading Researcher at the Department of Debris-flow Processes Research and Debris flows Forecasting of RSE «Kazhydromet», Almaty, Abay St. 32, bs.stepanov@gmail.com

Roza Yafyazova - Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Debris-flow Processes Research and Debris flows Forecasting , Almaty, Abay St. 32, yafyazova_r@meteo.kz