

УДК 551.311.21:627.141.2

Доктор геогр. наук  
Доктор техн. наукБ.С. Степанов<sup>1</sup>  
Р.К. Яфязова**МЕТОД СВЕРХКРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА СЕЛЕЙ  
ДОЖДЕВОГО ГЕНЕЗИСА**

**Ключевые слова:** сель, дождь, снеговая линия, температура воздуха, вертикальный температурный градиент, слой осадков, прогноз, метод

*Целью краткосрочных прогнозов селей является уменьшение ущерба, наносимого здоровью и жизни людей, их движимому имуществу и хозяйственной деятельности. Разработанный в РГП «Казгидромет» метод сверхкраткосрочного прогноза селей основан на данных о гидрометеорологических характеристиках на момент составления прогноза, что позволяет в значительной мере увеличить его оправдываемость при приемлемой заблаговременности предупреждения о селевой опасности.*

Помнится, какой-то умник сказал, что методику прогноза селей нужно разрабатывать в обход прогноза дождя ...

Ю.Б. Виноградов

Систематические исследования в рамках решения проблемы прогноза селей на северном склоне Иле Алатау (Заилийский Алатау) начали проводиться во второй половине 20 века. Несовершенство синоптических прогнозов осадков, которые использовались при прогнозе селей, стало основанием для проведения в КазНИГМИ в 60-е годы исследований с целью радиолокационного обнаружения и прослеживания ливневых осадков на северном склоне Иле Алатау [8].

Оценивая среднее отклонение и среднюю относительную погрешность измерений трех типов дождей (мелкокапельный обложной дождь, охватывающий весь бассейн; ливневой дождь со слабой грозой в дневное время; ливень с сильной грозой и шквалом в дневное время) А.Ф. Литовченко [9] пришел к выводу, что относительная погрешность измерений осадков сравнима с их величиной, что совершенно недостаточ-

---

<sup>1</sup> Казгидромет, г. Алматы

но для надежного прогнозирования селей. Однако при осреднении осадков по зонам или бассейну за весь сезон метод дает погрешность, близкую к 10 %, что приемлемо, по мнению автора обсуждаемой работы, для оценки сезонной водности горных рек, запасов воды для увлажнения бассейна и т.д. Работы по использованию метеорологических радиолокаторов для прогнозирования селей в Иле Алатау в дальнейшем не проводились.

Сведения об использовании метеорологического радиолокатора МРЛ-5 с применением современного программно-технического комплекса [1] для оценки селевой опасности на южном склоне Большого Кавказа приведены в работе Б.А. Будагова и С.Г. Сафаровой [2]. На южном склоне Большого Кавказа радиолокационная картина распределения выпадающих осадков, полученная с помощью автоматизированных МРЛ-5, позволяет в любой точке пространства оценить характеристики выпадающих осадков. Это, по мнению авторов [2], позволяет, с учетом особенностей местной циркуляции, прогнозировать селевые потоки с заблаговременностью 2...5 ч (с учетом времени формирования и добегания селя до конкретного пункта). К сожалению, информация о месте расположения МРЛ-5 и данные о рельефе местности в описываемом районе в статье отсутствуют, что не позволяет оценить степень прогресса использования МРЛ в горной местности для прогноза селей за последнее десятилетие.

Сель – сложный многофакторный процесс. Важную роль в формировании селей дождевого генезиса играют климатический, метеорологический, геоморфологический, геологический, почвенно-растительный и антропогенный факторы. Изменчивость во времени и пространстве характеристик этих факторов значительно затрудняет прогнозирование селей.

Качество прогнозов селей в горной местности в решающей мере определяется объемом и достоверностью оперативной информации об изменении во времени гидрометеорологических характеристик в очагах формирования селей. Рассуждая о путях увеличения оправданности прогнозов селей, доктор техн. наук Ю.Б. Виноградов писал: «Метеорологи почему-то не пытаются прогнозировать продолжительность и интенсивность ливня уже начавшегося, уже идущего. Многие неопределенности, сводящие на нет заблаговременный (24 или 12 ч) прогноз, уже исчезли, их заменила вполне конкретная ситуация. Вы скажите, что поздно уже копаться с прогнозом. Отнюдь нет ... Что можно противопоставить такому «сверхкраткосрочному» прогнозу? Только сигнал службы оповещения о прохождении уже сформировавшегося селя в какой-либо точке бассейна,

пусть даже сразу ниже селевого очага. Сколько времени у нас в запасе? Для объектов, которые первыми войдут в соприкосновение с селом, это время исчисляется минутами, иногда десятками минут. Ну а если заблаговременность предупреждения увеличить еще на 20...40 минут? В большинстве случаев этого достаточно, чтобы избежать жертв и спасти то, что можно убрать из опасной зоны за полчаса-час. Мне думается, что если в ближайшем будущем и можно рассчитывать на серьезный прогноз ливневых селей, то именно на такой» [4].

Однако, по мнению профессора М.А. Петросянца, для успешного прогнозирования опасных гидрометеорологических явлений в горной местности расстояние между метеостанциями не должно превышать 25 км, интервал времени между измерениями – 45 мин, погрешность измерения метеозлементов уменьшена в 2...3 раза. Обеспечить получение и своевременную передачу таких данных в ближайшие годы маловероятно.

О целесообразности, возможности и путях реализации сверхкраткосрочного прогноза селей в 1988 г. писала Т.Л. Киренская [6]. По ее мнению, «... В каждом селевом районе имеются селевые объекты, возникновение селей в которых представляет наибольшую угрозу, поэтому для них целесообразна разработка методик прогноза селей, базирующихся на фактической информации о гидрометеорологическом режиме на данном объекте. Заблаговременность таких прогнозов несколько превышает время добегания. ... Она включает блоки исследования процессов селеформирования с определением критических для возникновения селей расходов дождевых паводков, а также исследования стокообразующих процессов с выбором модели для прогноза паводка на водосборе селевого очага. ... Для составления прогнозов в таком случае необходима система автоматизированных сбора, передачи и обработки информации».

В отсутствие системы автоматизированных сбора, передачи и обработки информации Т.Л. Киренская, путем численных экспериментов по модели формирования паводков Ю.Б. Виноградова, выполнила определение (для бассейна р. Кумбель) критических значений интенсивности осадков, при которых возможно формирование селей: 0,7 мм/мин в течение 10 минут; 0,5 мм/мин – 20 минут; 0,4 мм/мин – 30 минут. Проверку полученных результатов Т.Л. Киренская проводила на материалах о ходе выпадения всех сильных дождей, имевших место в данном районе без формирования селей, и плувиограмме при селевом потоке 1950 г.

Касаясь стратегии доверия прогнозу, Т.Л. Киренская писала: «... В связи с редкой повторяемостью селевых явлений осуществить оценку оправдываемости методики прогноза на основе существующих в настоящее время «Наставлений» не представляется возможным. Так, в период испытаний 1983...1986 гг. около 20 раз наблюдалось выпадение осадков слоем более 20 мм на М Мынжилки. Но согласно методике ни одного прогноза, предусматривающего прохождение селевых потоков, составлено не было. Селевых явлений не наблюдалось. Без использования методики прогноза обстановка оценивается как «селеопасная» около 10 раз. Оценка качества методики на основе сокращения числа перестраховочных прогнозов является нетрадиционной. Поэтому в работе выполнено исследование экономической эффективности прогнозов селевых явлений.

В результате анализа матрицы сопряженности фактического и прогностического состояния, а также матрицы потерь выявлено, что стратегия доверия прогнозу будет целесообразной при составлении одного перестраховочного прогноза в течение 2-х лет» [6, 7].

Опыт краткосрочного (12...72 ч) прогноза селей на северном склоне Иле Алатау свидетельствует о низкой его оправдываемости из-за относительно большой погрешности синоптического метода, используемого при прогнозе осадков. Возможности численных методов прогноза осадков ограничены объемом и качеством имеющейся исходной информации.

В связи с низкой оправдываемостью краткосрочных прогнозов селей дождевого генезиса возникла необходимость в разработке метода прогноза селей без привлечения данных прогноза осадков для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы (Малая и Большая Алматинка), поскольку сели угрожают г. Алматы, и эти бассейны являются рекреационной зоной.

В период 2008...2010 гг. в РГП «Казгидромет» был разработан метод сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы [12]. Метод основан не на прогнозе осадков, а на данных о фактическом выпадении жидких осадков в высокогорной и среднегорной зонах, а также результатах анализа гидрометеорологических условий, предшествовавших «моменту» составления прогноза: высоты сезонной снеговой линии, температуры воздуха и вертикального температурного градиента, степени увлажнения селеформирующих грунтов и т.д.

**Сезонная снеговая линия.** Важную роль при прогнозе дождевых селей играют данные о положении сезонной снеговой линии. Широко рас-

пространенное мнение (отрицательно сказывающееся на оправдываемости прогнозов селей в Казахстане) о том, что положение сезонной снеговой линии «вторично по отношению к температуре воздуха», соответствует действительности только для *климатической* снеговой линии, определяемой как высотный уровень, выше которого накопление твердых атмосферных осадков преобладает над их таянием и испарением.

Сезонная снеговая линия – временное (сезонное) положение нижней границы снежного покрова на склонах гор. В течение лета эта граница постепенно смещается вверх до высоты климатической снеговой линии. Ее положение во времени определяется толщиной снежного покрова, образовавшегося зимой, интенсивностью снеготаяния, а также выпадением снега в весенний, летний и осенний периоды времени.

Так, на северном склоне Иле Алатау (бассейн р. Киши Алматы) в первой декаде июня 2016 г. сезонная снеговая линия располагалась на высоте 3100...3200 м (высота климатической снеговой линии близка к 3900 м), на метеорологической площадке Института географии (высота 3400 м) высота снега превышала 2 м, а на леднике Туйыксу – 3 м, и это при погоде, когда нулевая изотерма, находилась на высоте 4500...5000 м.

Представляется очевидным, что положение сезонной снеговой линии – важный фактор формирования селей дождевого генезиса. Низкое положение снежного покрова приводит не только к увеличению температурного скачка, но и вероятности выпадения осадков в твердом виде (град, снежная крупа, снег), а также перехвату жидких осадков снежной массой. В связи с вышесказанным, при прогнозе селей и паводков необходимо отслеживать положение сезонной снеговой линии, что позволяет значительно увеличить оправдываемость и предупреденность об СГЯ.

**Температура воздуха и вертикальный температурный градиент.** Важная роль в формировании селей принадлежит температуре воздуха. Температура воздуха в значительной мере определяет как слой выпадающих осадков (рис. 1), так и их фазовый состав [5].

При сверхкраткосрочном прогнозе селей впервые используется не прогностическое значение температуры воздуха, а ее фактическая величина на момент составления прогноза селя. В ходе выпадения осадков оценивается текущая информация об изменении температуры воздуха и вертикального температурного градиента, которая позволяет более надежно прогнозировать изменение фазового состояния выпадающих осадков в различных высотных зонах. Считается, что для того, чтобы снежинка пре-

вратилась в каплю дождя, она должна пролететь в слое воздуха, имеющем положительную температуру, около 500 м [10].

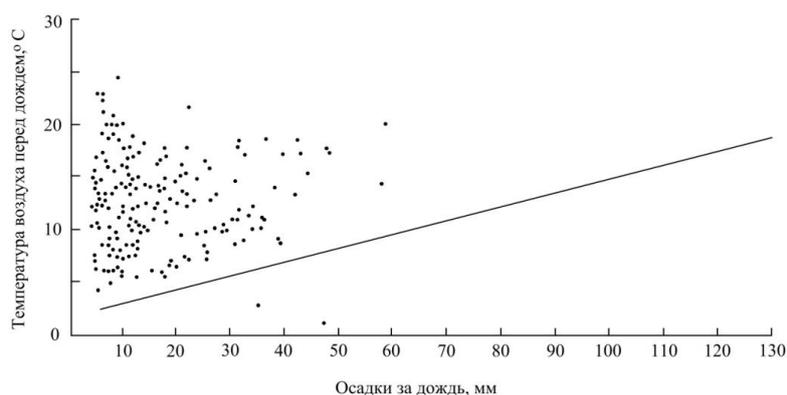


Рис. 1. Возможное наибольшее количество осадков на северном склоне Иле Алатау в зависимости от температуры воздуха перед дождем (по С.П. Кавецкому).

Знание высоты нулевой изотермы позволяет определить высоту, на которой осадки будут выпадать в жидком виде и, следовательно, оценить площадь водосбора, принимающего участие в формировании паводкового стока.

Улучшение качества прогноза дождевых селей происходит и за счет того, что при расчете высоты нулевой изотермы, используется значение не осредненного вертикального температурного градиента, равного 0,7 °C/100 м, как это принято сейчас, а фактическое значение.

Высота нулевой изотермы ( $H_0$ ), если она определяется для высоты, превышающую высоту М Мынжилки ( $H_m$ ) с известным значением температуры воздуха, определяется по формуле

$$H_0 = H_m + \frac{100T}{\delta}, \quad (1)$$

где  $H_m$  – высотная отметка М Мынжилки (м);  $T$  – температура воздуха на М Мынжилки (°C),  $\delta$  – вертикальный температурный градиент (°C/100 м), который определяется по формуле

$$\delta = \frac{100(T_{ш} - T_m)}{H_m - H_{ш}}, \quad (2)$$

где  $T_{ш}$  – температура воздуха на метеостанции с относительно малой высотной отметкой ( $H_{ш}$ );  $T_m$  – температура воздуха на метеостанции с относительно большой высотной отметкой ( $H_m$ ).

Средний летний вертикальный температурный градиент для северного склона Иле Алатау равен  $0,7\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . Однако высокая стабильность вертикального температурного градиента характерна лишь для среднегодовых значений, которые не могут быть использованы при прогнозе селей дождевого генезиса. Обработка данных наблюдений на М Мынжилки (высота 3017 м) и М Шымбулак (высота 2200 м) показала, что погодная суточная изменчивость приводит к большим изменениям вертикального температурного градиента. Так, за период испытаний (май – август 2011 г.) среднесуточные значения вертикального температурного градиента, в даты выпадения относительно больших осадков (более 10 мм/сут, таких случаев было 13), изменялись в пределах  $0,33\dots 0,78\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . В отдельные дни расчетное значение вертикального температурного градиента увеличивалось до  $1,03\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$  (6 ч 21.08.2011 г.) и уменьшалось до нуля (12 ч 08.05.2011 г.), среднее арифметическое –  $0,61\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ . Представляется очевидным, что использовать при расчете высоты нулевой изотермы постоянное значение вертикального температурного градиента недопустимо.

**Интенсивность выпадающих осадков.** Важнейшая роль в селевой активности на северном склоне Иле Алатау принадлежит атмосферным осадкам. Под ливневыми осадками средних широт принято понимать сравнительно кратковременные интенсивные осадки случайного характера. Определение (случайный) относится как к месту, так и ко времени выпадения осадков. Установлено, что существует обратная зависимость между продолжительностью и средней интенсивностью осадков за период выпадения. Данные о характеристиках осадков, зарегистрированных на М Мынжилки, подтверждают эту закономерность. К ливням были отнесены дожди, удовлетворяющие критерию Э.Ю. Берга [3].

**Пятнистость и распределение осадков.** Пятнистость осадков и распределение центра дождей в значительной мере определяют селевую активность на северном склоне Иле Алатау. Выпадение осадков в высокогорной зоне при относительно низкой температуре воздуха приводит к тому, что они выпадают в твердом виде. Их таяние происходит настолько медленно, что вода просачивается в почвогрунты, не образуя поверхностного стока, при этом остается нереализованным такой мощный фактор селеформирования, как большая энергия рельефа высокогорья. При расположении центра дождей в лесной зоне имеет место значительный перехват осадков растительностью, поэтому для формирования селей требуются большие слой и интенсивность осадков. Вследствие этого формирование

катастрофических селей в среднегорной зоне – явление очень редкое. Сели в низкогорной зоне образуются в основном в областях наиболее активного проявления сейсмической деятельности в прошлом, приведшей к разрушению горных пород. Эти породы не обладают плодородием, необходимым для произрастания растительности, способной перехватывать осадки и препятствовать эрозионным процессам.

**Слой жидких осадков.** Анализ слоя жидких осадков, приводящих к формированию селей на северном склоне Иле Алатау, показал, что в качестве оптимального значения выпавшего слоя осадков, после которого целесообразен прогноз селевой опасности (ОЯ или СГЯ), является 40 мм. Выбор этого значения обусловлен тем, что в реальных условиях сель образуется при выпадении дождя слоем, близким к 60 мм. Подобные осадки в обсуждаемом районе в селеопасный период выпадают 1 раз в 2...3 года. В таких условиях время предупрежденности о селевой опасности складывается из времени выпадения осадков, при котором слой выпавших осадков увеличится с 40 до 60 мм, и времени добегания селя от места зарождения до объектов поражения. Это в несколько раз превышает время добегания селя и, при использовании современных технических средств оповещения о селевой опасности, обеспечивает безопасность населения. О времени между моментом выпадения 40 и 60 мм можно судить по рис. 2.

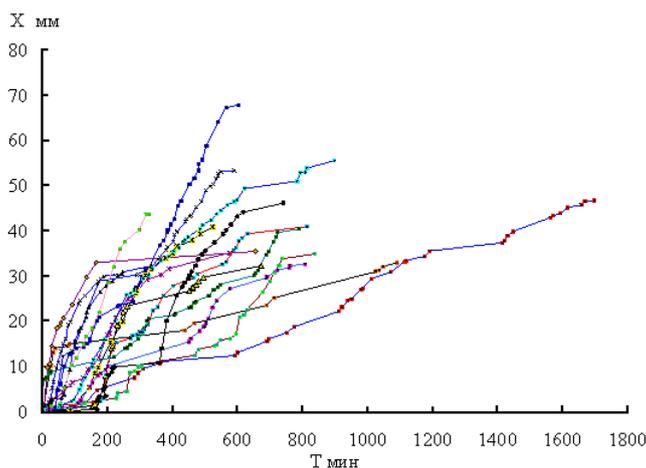


Рис. 2. Плювиограммы дождей со слоем больше 30 мм по М Верхний Горельник.

Нетрудно видеть, что время между моментом выпадения 40 и 60 мм осадков превышает 40 минут.

Предварительное увлажнение. Важная роль в формировании селей дождевого генезиса на северном склоне Иле Алатау принадлежит предвари-

тельному увлажнению почвогрунтов. Наиболее благоприятные условия для формирования дождевых паводков создаются при выпадении продолжительных и интенсивных дождей. Установлено, что катастрофические сели в центральной части северного склона Иле Алатау реализуются при выпадении более 40 мм жидких осадков при влагозапасах в почвогрунтах, превышающих 450...500 мм в 150-сантиметровом слое почвогрунтов. Осадки в жидком виде выпадают в том случае, когда высота нулевой изотермы как минимум на 500 м превышает максимальную высотную отметку поверхности водосбора. При сверхкраткосрочном прогнозе селей предварительное увлажнение почвогрунтов оценивается по А.Ф. Литовченко [9].

**Алгоритм сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы.** Поскольку заблаговременность сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей относительно невелика, представляется целесообразным увеличение его эффективности за счет предварительной подготовленности к возникновению чрезвычайной ситуации подразделений Казгидромета и МЧС, принимающих участие в мониторинге и проведении мероприятий, направленных на предотвращение и смягчение ущерба, наносимого селями. Положительный эффект достигается поэтапным оповещением государственных органов и населения о потенциальной угрозе, что позволит практически на порядок увеличить оправдываемость прогноза катастрофических селей дождевого генезиса при заблаговременности, обеспечивающей безопасность людей, оказавшихся в потенциально опасной зоне.

*Первый этап.* При краткосрочном прогнозе жидких осадков: «Сильные осадки в селеопасных районах» (слой превышает 15 мм) дается «Предупреждение о сильных осадках в селеопасных районах». Однако это предупреждение доводится только до метеостанций, участвующих в мониторинге селей, а также уполномоченного органа МЧС (без права распространения информации населению).

*Второй этап.* С началом выпадения упомянутых выше осадков на М Мынжилки и М Шымбулак, о которых наблюдатели метеостанций сообщают отделу гидропрогнозов, дается «Предупреждение о начале выпадения осадков», которое доводится до органов МЧС (без права дальнейшего распространения), отвечающих за безопасность от природных катаклизмов в бассейнах рек Киши и Улкен Алматы.

*Третий этап.* При выпадении 40 мм осадков на М Мынжилки и наличии других факторов, определяющих возможность формирования се-

ля, отделом гидропрогнозов дается «Штормовое предупреждение» СГЯ (сель), которое доводится до органов МЧС с целью предупреждения населения и организаций о высокой вероятности формирования селя.

Предлагаемая схема предупреждения о селевой опасности позволит Казгидромету и МЧС заблаговременно подготовиться к мониторингу опасного явления и мероприятиям, обеспечивающим безопасность населения и функционирования хозяйственного механизма в чрезвычайной ситуации. С другой стороны, население будет избавлено от многочисленных не оправдавшихся прогнозов селей, что повысит доверие к прогнозам селей, без которого прогнозирование не имеет смысла. Алгоритм сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы приведен на рис. 3.

Для обсуждаемого региона слоем осадков, при превышении которого вероятность формирования селя дождевого генезиса резко возрастает, принято считать 40 мм. В среднегорной и высокогорной зонах северного склона Иле Алатау подобные осадки выпадают в среднем один раз в 2 года. В последние десятилетия сели, угрожающие здоровью и жизни людей и наносящие существенный ущерб, формируются в среднем один раз в 4 года. Следовательно, если выпадение 40 мм жидких осадков принять за критерий целесообразности предупреждения о селевой опасности, оправдываемость прогноза будет близка к 50 %, а один из двух прогнозов можно квалифицировать как перестраховочный (ложный).

Возникает вопрос: хорошо это или плохо? В соответствии с требованием РД №52.27.284-91 [11] для того, чтобы значение критерия надежности было показательным, вероятность осуществления прогнозируемого явления должна превышать его природную повторяемость. Для рассматриваемой ситуации природная повторяемость составляет 0,25. Следовательно, качество прогноза (по фактору слой осадков) – удовлетворительное.

Эффективность предупреждений о селевой опасности равна сумме оценок оправдываемости явления и предупрежденности. Поскольку **предупрежденность** случаев ОЯ, СГЯ, РИП – отношение числа правильно спрогнозированных ОЯ, СГЯ, РИП к общему числу наблюдавшихся ОЯ, СГЯ, РИП [11], в рассматриваемой ситуации предупрежденность будет равна 100 %, а эффективность предупреждений – 150 %.

При 100 % предупрежденности о селевой опасности, в условиях современного климата, «перестраховочный» прогноз селя будет в среднем иметь место один раз в 2 года, т.е. в несколько раз реже, нежели это имеет место в настоящее время. Результаты оценок прогнозов селей за период 2011...2016 гг. подтверждают вышесказанное.

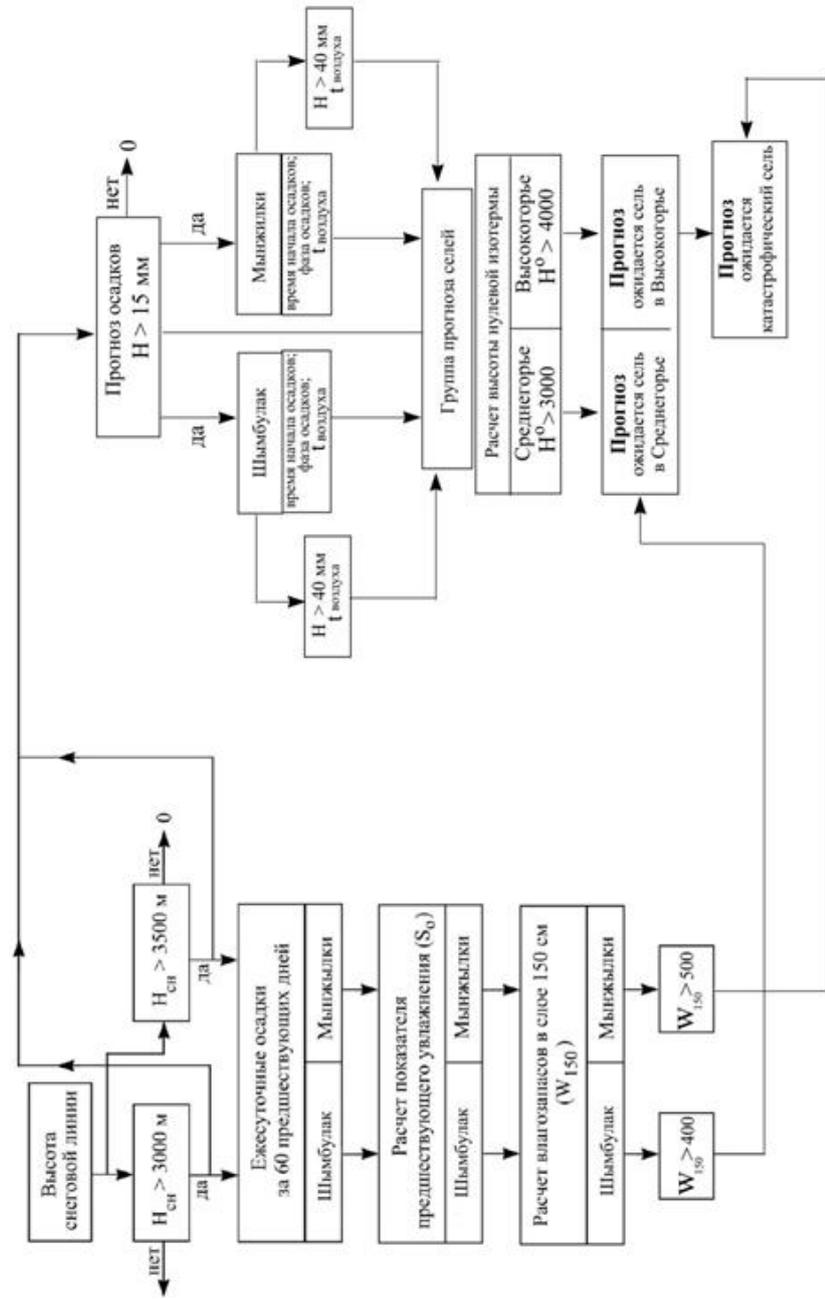


Рис. 3. Алгоритм сверхкраткосрочного прогноза катастрофических селей дождевого генезиса для бассейнов рек Киши и Улкен Алматы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абшаев М.Т. Автоматизированная система обработки радиолокационной информации для активного воздействия на градовые процессы // Труды ЦКБ ГМП. – 1996. – №4. – С. 80-90.
2. Будагов Б.А., Сафаров С.Г. Селевые явления на южном склоне Большого Кавказа и гидрометеорологические факторы их формирования // Известия РАН. Серия географическая. – 2008. – №2. – С. 116-121.
3. Великанов М.А. Гидрология суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1948. – 530 с.
4. Виноградов Ю.Б. Этюды о селевых потоках. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 144 с.
5. Кавецкий С.П., Гулина В.Р. Пособие по прогнозированию селеопасности. – Алма-Ата, 1960. – 59 с.
6. Киренская Т.Л. Методические основы прогнозирования селевых потоков ливневого происхождения (на примере Заилийского Алатау): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Ташкент, 1988. – 20 с.
7. Киренская Т.Л. О прогнозировании ливневых селей в Заилийском Алатау // Селевые потоки. – 1985. – №9. – С. 77-84.
8. Коротаяев Г.А. Опыт измерения осадков в горах радиолокационным методом / Исследования облаков и осадков в Казахстане // Труды КазНИГМИ. – 1969. – Вып. 37. – С. 62-77.
9. Литовченко А.Ф. Экспериментальное изучение элементов водного баланса горных водосборов. – Киев: Вища школа, 1986. – 187 с.
10. Мучник В.М. Прогнозирование фазового состояния осадков // Метеорология и гидрология. – 1953. – №7. – С. 32– 34.
11. РД №52.27.284-91 Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов. – СПб.: Гидрометеиздат, 1991. – 150 с.
12. Яфязова Р.К. К концепции сверхкраткосрочного прогноза // Гидрометеорология и экология. – 2014. – №4. – С. 52-57.

Поступила 26.12.2016

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

## ӘДІСІ СВЕРХКРАТКОСРОЧНОГО БОЛЖАМЫ СЕЛ ДОЖДЕВОГО ГЕНЕЗИСІ

*Түйін сөздер:* сел, жаңбыр, қар сызығы ауаның температурасы, тік температуралық градиент, қабаты жауын-шашын, болжам әдісі

*Мақсатында қысқа мерзімді болжамдар сел азайту болып табылады нұқсан келтіретін адамдардың денсаулығы мен өміріне, олардың жылжымалы мүлік және шаруашылық қызметі. Әзірленген "Қазгидромет" РМК әдісі сверхкраткосрочного болжамы сел негізделген деректер туралы гидрометеорологиялық сипаттамалары жасау кезінде болжау, мүмкіндік береді айтарлықтай арттыру оның болжамының расталуы кезінде қолайлы алдын ала ескерту туралы сел қаупі.*

Stepanov B.S., Yafyazova R.K.

## **METHOD FOR SUPER SHORT-TERM FORECAST OF RAINFALL DEBRIS FLOWS**

**Keywords:** debris flow, rainfall, snow line, air temperature, vertical temperature gradient, precipitation, forecast, method

*The aim of short-term forecasts of debris flows is mitigation of damage to health and lives of people, their movable property and economic activity. The method for super short-term forecast devised by "Kazhydromet" based on hydrometeorological data at the time of the forecast, which allows greatly increase its accuracy at a reasonable advance warning of debris flow hazard.*