

УДК 627.141.1+624.145
DOI: 10.36979/1694-500X-2022-22-12-131-135

**ОБЩНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СЕЛЕВОГО ПОТОКА
И ЗАТОРОВ ЛЬДА С ЗАЖОРАМИ НА РЕКАХ,
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И БОРЬБЫ С НИМИ**

А.Ш. Токтогулова

Аннотация. Рассматривается общность формирования селевых потоков и заторов льда на реках, методы исследований и борьбы с ними. Использован метод моделирования, который является разделом математического моделирования технических систем для познания закономерностей физических процессов в селевом потоке от ливневого дождя и заторов льда на реках. Предложен способ защиты от этих природных явлений путем отвода потока воды с помощью гидротехнических сооружений. Обосновано, что затраты для их защиты от обоих явлений значительно ниже затрат на восстановление сооружений после разбушевавшейся стихии. Отмечена целесообразность изучения этих двух природных явлений по отдельности, как отдельных научных направлений, принимая во внимание их общность с точки зрения причин их возникновения и ущерба от них, а также общность методов их исследования и защиты. Они отличаются лишь плотностью транспортируемых водой различных включений.

Ключевые слова: обоснование; общность; ущерб; селевый поток; затор льда; метод; защита.

**ДАРЫЯЛАРДАГЫ МУЗ ТЫГЫНДАРЫ МЕНЕН СЕЛДЕРДИН
ПАЙДА БОЛУШУНУН ЖАЛПЫЛЫГЫ, ИЗИЛДӨӨ
ЖАНА АЛАРГА КАРШЫ КҮРӨШҮҮНҮН ЫКМАЛАРЫ**

А.Ш. Токтогулова

Аннотация. Макалада дарыяларда селдин жана муз тыгындаларын пайда болушунун жалпылыгы, изилдөө жана алар менен күрөшүү ыкмалары каралат. Дарыялардагы нөшөрлүү жамгырдан жана муздун тыгынынан сел агымындагы физикалык процесстердин мыйзам ченемдүүлүктөрүн билүү үчүн техникалык системаларды математикалык моделдөөнүн бөлүмү болгон моделдөө ыкмасы колдонулган. Гидротехникалык курулуштардын жардамы менен суунун агымын буруу аркылуу бул табигый кубулуштардан коргоонун ыкмасы сунушталды. Аларды эки кубулуштан коргоого кеткен чыгымдар катуу кырсыктан кийин курулуштарды калыбына келтирүүгө кеткен чыгымдардан алда канча төмөн экендиги далилденген. Бул эки табигый кубулушту алардын келип чыгуу жана зыян келтирүү себептери жагынан жалпылыгын, ошондой эле аларды изилдөө жана коргоо ыкмаларынын жалпылыгын эске алуу менен, аларды ар бирин өзүнчө илимий багыт катары изилдөөнүн максатка ылайыксыздыгы белгиленген. Алар суу менен ташылган ар кандай кошулмалардын тыгыздыгы менен гана айырмаланат.

Түйүндүү сөздөр: негиздеме; жалпылык; зыян; сел агымы; муз тыгыны; ыкма; коргоо.

**THE GENERALITY OF THE FORMATION OF MUDFLOW
AND ICE JAMS WITH ICE JAMS ON RIVERS, METHODS OF RESEARCH
AND FIGHT AGAINST THEM**

A.Sh. Toktogulova

Abstract: Here, the generality of the formation of mudflows and ice jams on rivers and methods of research and control of them are considered. The commonality of their research and protection from them is the use of the modeling method,

which is a section of mathematical modeling of technical systems, for understanding the laws of physical processes in a mudflow from heavy rain and ice jams on rivers. Protection from two natural phenomena by diverting the flow of water using hydraulic structures also confirms the commonality of their methods and means of protection. Material costs for the protection of both phenomena will pay off many times over, compared with the costs of restoring after a raging disaster. The study of the above two natural phenomena separately as separate scientific areas would be inappropriate, knowing their commonality in terms of the causes of their occurrence and damage from them, as well as the commonality of methods for their study and protection from them. They differ only in the density of inclusions transported by water.

Keywords: justification; commonality; damage; mudflow; ice jam; method; protection.

В данной статье рассматриваются селевые потоки, формирования от ливневых дождей и заторов льда с зажорами на малых реках на территории Кыргызстана. Заторы льда на больших реках имеют особенные формы и содержание, которые не подходят для рек, находящихся на территории республики, где не используется метод разрушения ледяного покрова.

На российских реках, в отличие от Кыргызстана, заторы льда формируются, как правило, от искусственно разрушенных ледовых покровов.

На территории республики ежегодно и в большом количестве возникают селевые потоки, главным образом, от ливневых дождей, особенно в южных областях: Ошской, Жалал-Абадской и Баткенской. Эти опасные природные явления чаще всего происходят весной. Они состоят из смеси воды и обломков горных пород, зачастую перекрывая автодороги, оставаясь на них в виде непреодолимых заторов на горизонтальных участках. Здесь скорость перемещения селевого потока значительно уменьшается, а вода, быстро отделяясь от принесенных ею твердых материалов, стекает с полотна дороги, оставляя на ней достаточно длинную поперечную гравийно-каменную преграду, непреодолимую для проезда транспортных средств. Так появляются дорожные пробки, приводящие к длительным задержкам потоков грузовых и пассажирских перевозок.

Ливни – это короткие и интенсивные дожди, продолжительностью не более 2–4 часов, со средней интенсивностью не менее 10–20 мм/ч. Они орошают одновременно небольшие территории площадью до сотен квадратных километров. За 2–4 часа выпадает до 100–150 мм осадков [1].

Транспортные заторы на дорогах, подобно заторам льда на реках, требуют больших затрат на их очистку и весьма трудоемки для дорожников.

Большой ущерб от селевых потоков наносится также населенным пунктам: пронесаясь по их территории, они заливают подвалы домов, огородов, смыывают засеянные поля, разрушают слабые строения, уносят придомовые материальные ценности, выливаясь в немалые суммы денег и затрат физических усилий на ликвидацию их последствий.

Автором статьи проведен анализ природы селей, с использованием данных работы [1], особое внимание было уделено факторам селеформирования. Была собрана вся доступная информация из интернета и других доступных источников о прошедших селевых потоках по территории Кыргызстана за период апрель-май 2022 г., просмотрены все имеющиеся видео-материалы об этих стихийных бедствиях. Был сделан вывод, что формирование селевых потоков на территории республики прямо связано с ее климатическими условиями. Во время ливневых дождей с предгорий, расположенных вблизи населенных пунктов, обрушиваются потоки воды, практически повсеместно образуя мощные селевые потоки, которые движутся меж домов, переливаются через борта имеющихся неглубоких арычных систем (если они имеются), направляясь во двory стоящих на его пути домов принося туда слой глины, затапливают подвальные помещения.

Первопричину появления селевых потоков следует искать в определенных климатических условиях, которые способствуют интенсивному образованию дождевых облаков. Они образуются под воздействием солнца при большом испарении воды с поверхности всех водоёмов. В это время лёгкий тёплый воздух, насыщенный влагой, поднимается на несколько километров вверх. Температура там достаточно низкая, пар конденсируется и превращается в мельчайшие капли, которые как бы плавают в атмосфере. Там, наверху, из влажного воздуха образуются легкие, белые пушистые облака,

состоящие из конденсированных в холоде мелких капель воды. С увеличением объема белого облака водяные капли становятся всё больше, сливаясь вместе. Белое облако постепенно темнеет, так как накопленные водяные капли не пропускают свет. Постепенно, снизу белого облака, образуются темные тучи. С увеличением воды в облаке, оно еще больше темнеет. Когда облако будет насыщенно водяными каплями, пойдёт дождь [2]. Кратковременный сильный дождь с крупными каплями называют ливнем. Такой дождь часто и способствует образованию селевых потоков, хотя продолжается сравнительно недолго.

Еще одно опасное природное явление – это заторы льда с зазорами на реках. Оно наблюдается в суровый зимний период – в декабре и январе, когда после выпадения обильных снегов начинается резкое потепление. Такое явление на территории Кыргызстана происходит не каждый год. Так, оно было отмечено зимой в 2012–2013, 2017 и 2018 гг. Например, в декабре 2018 г. во всех четырех районах г. Бишкек на реке Ала-Арча вследствие ледохода и шугохода образовались заторы, и начался перелив воды через берега реки. В это время пресс-служба МЧС сообщила: «Создалась реальная угроза подтопления жилых домов, прилегающих территорий, подтопления объектов инфраструктуры, некоторые улицы около домов в г. Бишкек были частично подтоплены. Однако службы МЧС столицы быстро отреагировали и справились с ситуацией. Заторы образовались в наиболее опасных и труднодоступных местах для очистки ото льда – это мосты и гидротехнические сооружения, где было невозможно работать при помощи специальной техники. Поэтому на этих опасных участках аварийные работы велись вручную» [3].

Затор – это скопление льда в русле, ограничивающее течение реки. В результате происходит подъем воды и ее разлив.

Зажор – явление, сходное с затором льда, однако, во-первых, зажор состоит из скопления рыхлого льда (шуга, небольшие льдины), тогда как затор есть скопление крупных и в меньшей степени небольших льдин. Во-вторых, зажор льда наблюдается в начале зимы, в то время как затор – в конце зимы и начала весны [3].

Еще одно определение зазора – это скопление шуги, донного льда и других видов внутриводного льда в русле реки в период осеннего шугохода и в начале ледостава, стесняющее живое сечение потока и приводящее к подпору (подъёму уровня воды), снижению пропускной способности русла, либо отверстий водопропускного сооружения и возможному затоплению.

Причинами возникновения заторов льда с зазорами на реках также можно считать особенности климата: определенное влияние воды и солнца. Наличие воды для возникновения заторов на реках понятно. А из-за воздействия солнечных лучей, и, как следствие, повышения температуры воздуха (более +15 °С), покров льда освобождается от береговой связи и начинает своё движение по реке, по пути развиваясь при падении через ступеньки в русло реки, образуя ледоход и шугоход с образованием зажоров. Это два опасных природных явления: селевые потоки и заторы льда с зазорами на реках, в дальнейшем переливаясь за борта берегов, или заторы, срываясь, переходят в селевые потоки, что приводит к затоплению улиц, дорог, огородов и многих других объектов.

Оба этих опасных явления схожи между собой, в том числе и по наличию ущерба от них. Их можно отнести к опасным природным явлениям, связанным с законами физики (механика жидкостей и газа). Кроме этого, их общностью является причина их возникновения – вода и солнце.

Рассмотрим обоснование общности селевого потока и заторов льда с зазорами на реках на примере методов их исследования и борьбы с ними.

Одним из методов исследования является моделирование. Поскольку в процессе исследования проведение каких-либо натуральных физических экспериментов экономически нецелесообразно, был проведен ряд макетных экспериментов с применением арычной системы в рамках дачного участка, с формированием малых грязе-грунтовых селевых потоков на уклонной его части. Это и есть один из методов моделирования – как общий ключ к познанию законов формирования селевых потоков и защиты от таких явлений природы.

Проводились макетные исследования в естественных условиях на реке Ала-Арча, на искусственном макете «открытый канал с индикаторами» для визуализации движения слоёв потока воды, с их фото- и видеофиксацией (рисунки 1 и 2). Исследования этих явлений были основаны на результатах проведенного обзора по их формированию, а также изучения их физико-механических, морфологических характеристик, приведенных в работах [1, 4] и многих других, посвященных изучению селевых потоков и заторов льда с заторами на реках.

Заторы льда бывают не только на реках Ала-Арча и Аламедин, но и на других реках на территории республики. Эти реки протекают либо вдали от населенных пунктов, в горных безлюдных ущельях и не создают опасности для людей, либо через населенные пункты или другие города, например, г. Ош (р. Ак-Бура) и Нарын (р. Нарын), имеют высокие берега и дорожные мосты, для которых селевые потоки и заторы льда не так страшны, как на двух названных реках в г. Бишкек.

При использовании методов моделирования в процессе исследования на реках в г. Ош и г. Нарын автором была обнаружена явная модель для защиты от селевого потока и заторов льда на реках – это наличие ущелья, глубокое русло реки, наличие канала на дне русла реки, высокие берега и высотные мосты. В результате натурных исследований в зимние периоды на реках Ала-Арча и Аламедин в г. Бишкек была рекомендована модель защиты от затора льда на реках. Этой моделью может служить устройство в виде углублённой канавки подо льдом, по которой течет вода. Эти звуки журчания воды были слышны во время проведения эксперимента. Значит, основная масса льда надежно лежит на дне реки неподвижно. Результаты этого исследования приведены в работе [5].

Таким образом, в результате «натурного моделирования» объекта была установлена модель устройства, защищающего реку от заторообразования. Это устройство исключает движение ледового покрова путем отвода воды из-под льда по канавке под ним. Талые воды, образованные под действием теплового воздействия атмосферы, уходят по канавкам, имеющимся на дне реки, подо льдом. Так был установлен метод обеспечения неподвижности покрова льда путем отвода талых и других вод из-под льда по каналам. Если воду из-под льда не отводить, то ледяной покров приходит в движение, развиваясь и образуя ледоходы и шугаходы, трансформирующиеся в заторы и зажоры, перекрывающие движение воды. Накопленные воды могут сорвать затор, образуя мощный ледяной поток с зажором в русле реки, далее перелив через берега, гидротехнические сооружения и мосты, затопить дороги и улицы, что имело место в 2012 и 2018 гг. в г. Бишкек.

Таким образом, если отсутствует движение покрова льда на реках – нет и заторов на реках. Если существуют ущелья и глубокие русла реки, где есть каналы на дне, высокие берега и высотные мосты, тогда там имеется и защита от селевого потока во время ливневого дождя и от затора льда зимой. В последнем случае талые воды, уходящие под лед, журчат. Если даже будут заторы, берега и мосты высокие защитят от наводнения. В большинстве случаев там, где в середине русла реки есть канавки, по которым вода отводится, заторы не образуются.

На основании всего изложенного выше следует считать обоснованной общность исследования селевого потока и заторов льда на реках и методы защиты от их опасности, приводящие к затоплениям и разрушениям. Также можно считать обоснованной общность методов исследования с применением моделирования технических систем как общего ключа для познания происходящих процессов. Это может быть реализовано либо путем применения гидротехнических сооружений, с целью прямого воздействия на движущийся селевой поток, его остановки или локализации зоны его вредного воздействия, либо использованием каналов для отвода воды, бордюров для направления потоков, селеотводов и других защитных сооружений для защиты от воздействия селевых потоков и срывов заторов льда в русле реки [6].

Выводы. В статье обстоятельно изложено обоснование общности двух природных явлений: селевых потоков от ливневых дождей и заторов льда на реках. Использован метод моделирования, который является разделом математического моделирования технических систем для познания

закономерностей физических процессов в селевом потоке от ливневого дождя и в заторах льда на реках, с образованием зажоров.

Построена их общая модель в виде гидротехнического сооружения как сложной физическо-механической системы, состоящей из взаимосвязанных элементов, таких как солнце, вода, транспортируемые включения. А также каналов в русле реки или водоотводных канавок, естественных оврагов с уклонами для движения селевых потоков или канавок на дне реки для отвода талых вод из-под льда, бордюров для направления потоков, селевых, высотных мостов и других элементов, проанализированных автором в процессе изучения природных или сооруженных объектов.

Сделан вывод о нецелесообразности изучения двух названных выше природных явлений по отдельности, как различных научных направлений, учитывая их общность с точки зрения причин их возникновения и ущерба от них, а также общность методов их исследования и защиты от них.

Поступила: 27.10.22; рецензирована: 10.11.22; принята: 14.11.22.

Литература

1. Перов В.Ф. Селеведение: учеб. пособие / В.Ф. Перов. М.: Геогр. факультет МГУ, 2012. 274 с.
2. Ливневые дожди. URL: <https://obrazovaka.ru/okruzhayushhiy-mir/pochemu-idet-dozhd.html> (дата обращения: 29.05.2022).
3. Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на территории Кыргызской Республики. Бишкек, 2015. 720 с.
4. Методические указания по борьбе с заторами и зажорами льда. Л.: Энергия, 1969. ВСН-028-70. 151 с.
5. Токтогулова А.Ш. Методы борьбы с возникновением заторов и зажоров на реках Ала-Арча и Аламедин в черте города Бишкек / А.Ш. Токтогулова // Известия вузов Кыргызстана. 2021. № 6. С. 12–17.
6. Гидротехническое сооружение для предотвращения заторообразований на реке. Патент KG 2250 С1 15.06.2021 Бюл. № 6/1 / Институт геомеханики и освоения недр НАН КР (KG).