

УДК 004.896

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЮГА КЫРГЫЗСТАНА

Орозобекова А.К., Шамбеталиев Т. Ч.,
Кубанычбекова А.К., Бакытбек У., Бакасова Э.И.
КГУСТА им. Н. Исанова

В данной статье рассматривается исследование селевых потоков на территории юга Кыргызстана, которые позволяют создать единое оптимально организованное информационное пространство региона. Рассмотрены факторы формирования селевого потока, их классификация, о некоторых климатических условия Кыргызстана в будущем.

Ключевые слова: Селевой поток, температура воздуха, гидрометеорологический режим, показатель увлажнения, зона транзита.

КЫРГЫЗСТАНДЫН ТҮШТҮК АЙМАГЫНДАГЫ СЕЛ АГЫМДАРДЫН ПАЙДА БОЛУШУНУН ЖАНА ӨНҮГҮШҮНҮН ЗАКОН ЧЕНЕМДҮҮЛҮҮКТӨРҮН ИЗИЛДӨӨ

Орозобекова А.К., Шамбеталиев Т. Ч.,
Кубанычбекова А.К., Бакытбек У., Бакасова Э.И.
Н. Исанова ат. КМКТАУ

Бул макалада региондо бирдиктүү оптималдуу уюшулган маалымат мейкиндигин түзүүгө мүмкүндүк берген Кыргызстандын түштүгүндөгү сел жүрүшүн изилдөө талкууланат. Селдин пайда болуу факторлору, алардын классификациясы, келечекте Кыргызстандын кээ бир климаттык шарттары каралат.

Баштапкы сөздөр: Сел, абанын температурасы, гидрометеорологиялык режим, нымдуулук көрсөткүчү, транзиттик аймак.

STUDIES OF THE REGULARITIES OF THE ORIGIN AND DEVELOPMENT OF MURDOWFLOWS IN THE TERRITORY OF THE SOUTHERN OF KYRGYZSTAN

Если доля твердого материала в обычных районах составляет около 1 % объема потока, в селевых потоках она доходит до 50-60 % и больше, грязекаменная масса нередко исчисляются миллионами кубометров. Сели обычно возникают по руслам небольших рек и сухих логов, имеющих крутое падение, за счет прорыва ледниковых плотинных озер и т.д.

Превентивные адаптационные меры в этом секторе могут принести заметную экономическую выгоду и свести к минимуму угрозы в отношении экосистем, здоровья человека, экономического развития, собственности и инфраструктуры.

Большую часть чрезвычайных ситуаций в стране составляют такие, формирование которых зависит от экстремальных климатических явлений: сели, паводки, оползни, лавины, ливневые дожди, ураганный ветер, град, снегопад. Природные процессы носят сезонный характер. Например, в зимне-весенний период преобладают лавины; весной начинаются сели и паводки; ближе к лету активизируются оползни. Внутригодовой ход, в целом, для чрезвычайных ситуаций, во многом определяется режимом осадков. Причем, в большей степени он определяется не изменением средних значений, которые меняются сравнительно медленно, а изменением количества экстремальных значений.

Сели и паводки, ввиду своей исключительной распространенности и частоты, а также по наносимому суммарному ущербу находятся на первом месте среди других опасных природных процессов. Почти вся территория республики находится под воздействием селевых потоков. В КР насчитывается 3103 селевых рек. Из общего числа известных случаев селей около 80 % приходится на ливневые. Повторяемость таких селей может быть в отдельных районах ежегодной. Изменение климата – неоспоримый факт для Кыргызстана. По прогнозам экспертов, ежегодный экономический ущерб от последствий изменения климата для Кыргызстана может составить порядка 1 350 млн. долларов США. И для Кыргызстана, как для горной

страны, обладающей повышенной уязвимостью к воздействию изменения климата, выполнение адаптационных действий является жизненной необходимостью.

Селевые потоки создают угрозу населенным пунктам, железным и автомобильным дорогам и другим сооружениям, находящимся на их пути. Непосредственными причинами зарождения селей служат ливни, интенсивное таяние снега, прорыв водоемов, реже землетрясения.

Сели по механизму зарождения подразделяются на три типа: эрозионный, прорывной и обвально-оползневой. При эрозионном вначале идет насыщение водною потока обломочным материалом за счет смыва и размыва прилегающего грунта, а затем уже формируется селевая волна. Прорывной характеризуется интенсивным процессом накопления воды, одновременно размываются горные породы, наступает предел и происходит прорыв водоема (озера, внутриледниковой емкости, водохранилища). Селевая масса устремляется вниз по склону или руслу реки. При обвально-оползневом происходит срыв массы водонасыщенных горных пород (включая снег и лед). Насыщенность потока в этом случае близка к максимальной [2].

Каждому горному району свойственны свои причины возникновения селей. Например, в Кыргызстане они происходят главным образом в результате дождей и ливней (85 %).

В последние годы к естественным причинам формирования селей добавились техногенные факторы, нарушение правил и норм работы горнодобывающих предприятий, взрывы при прокладке дорог и строительстве других сооружений, порубки леса, неправильное ведение сельскохозяйственных работ и нарушение почвенно-растительного покрова. При движении сель представляет собой сплошной поток грязи, камней и воды. Крутой передний фронт селевой волны высотой от 5 до 15 м образует «голову» селя. Максимальная высота вала водогрязевого потока иногда достигает 25 м [2].

Период опасности прохождения паводковых и селевых потоков в районе, связанный с особенностями гидрометеорологического режима растягивается на 5 месяцев. Самым опасным является июль, на этот месяц приходится 39% случаев прохождения паводковых и селевых потоков. Далее по степени опасности идут июнь - 28%, май - 13%, август - 11%, сентябрь - 9%. Паводки и селевые потоки могут сформироваться и в марте, апреле, октябре, однако по своей мощности они уступают потокам июня-сентября. Классификация селей на основе причин возникновения приведена в табл. 1.

Таблица 1. Классификация селей

Классификация селей. Типы	Первопричины	Распространение и зарождение
Дождевой	Ливни, затяжные дожди	Самый массовый на Земле тип селей. Образуется в результате размыва склонов и появления оползней.
Снеговой	Интенсивное снеготаяние	Происходят в горах субарктики. связаны со срывом и переувлажнением снежных масс.
Ледниковый	Интенсивное таяние льда	В высокогорных районах. Зарождение связано с прорывом талых ледниковых вод.
Вулканогенный	Извержение вулканов	В районах действующих вулканов. Самые крупные. В следствие бурного снеготаяния и прорыва кратерных озер.
Сейсмогенный	Сильные землетрясения	В районах высокой сейсмичности. Срыв грунтовых масс со склонов.
Лимногенный	Образование озерных плотин	В высокогорных районах. Разрушение плотин.
Антропогенный прямого воздействия	Скопление техногенных пород. Некачественные земляные плотины	На участках складирования отвалов. Размыв и сползание техногенных пород. Разрушение плотин.
Антропогенный косвенного воздействия	Нарушение почвенно-растительного покрова	На участках уничтожения лесов, лугов, размыв русел и

Оценка ожидаемых изменений показывает, что рост температуры для сценария соответствующего текущим тенденциям может составить к 2100 г. более 4°C. Причем практически во всех регионах республики повышение температуры будет примерно одинаковым (разница составляет не более 0,2°C). Интересно отметить, что ожидаемые изменения температуры, согласно глобальным климатическим моделям, ожидаются одинаковыми для всех месяцев, в отличие от наблюдаемых тенденций. Длительность отопительного периода также существенно сократится – на 16% к 2050 г. и на более чем 30% к 2080 г. Как видно из приведенных результатов наиболее уязвимыми к оползням являются Ошская и Джалал-Абадские области, а наименее Таласская. К снежным лавинам наиболее уязвимой является Джалал-Абадская область, а наименее Баткенская. Наиболее уязвимой к селям и паводкам является Джалал-Абадская область, а наименее Нарынская. Изменение количества подтоплений по областям не обрабатывалось в виду недостаточности исходных данных. Наиболее уязвимой к ливневым дождям является Джалал-Абадская область, а наименее Таласская. Наиболее уязвимой к ураганам ветрам является Иссык-Кульская область, а наименее Нарынская и Баткенская. Уязвимость к граду и снегопаду не оценивалась в виду недостаточности исходных данных. Анализ климатических характеристик произведен с учетом административного деления республики, а также принятого климатического зонирования. [1].

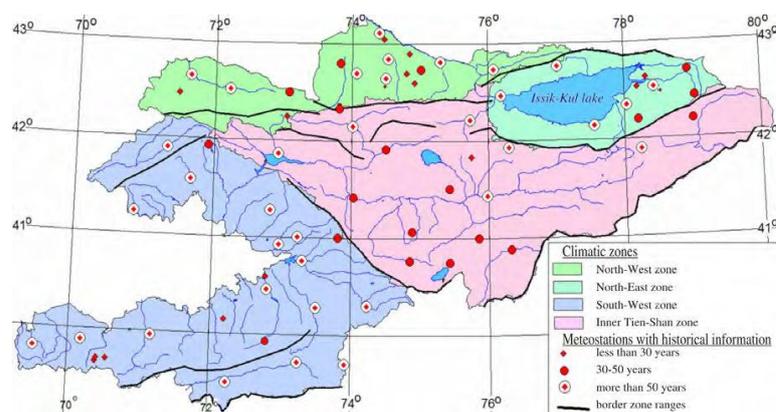


Рис. 2. Принятое климатическое зонирование республики (источник Кыргызгидромет)

Резко континентальный, засушливый характер климата в целом для Кыргызской Республики, несколько сглаживаемый от увеличения облачности и осадков за счет высокогорного рельефа, определяется ее расположением в Северном полушарии в центре Евразийского континента, а также удаленностью от значительных водных объектов и близким соседством пустынь. [1].

Результаты оценки ожидаемой температуры во времени приведены на рис. 3, а пространственное распределение температуры на рис.3. Оценка неопределенности произведена по климатическим моделям, так как оценить неопределенность по климатическим сценариям затруднительно, хотя очевидно, что неопределенность от сценариев будет значительно выше.

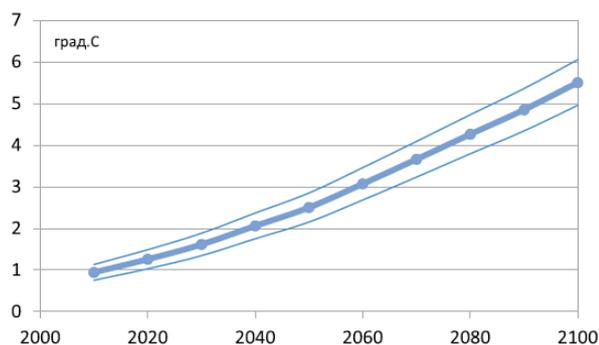
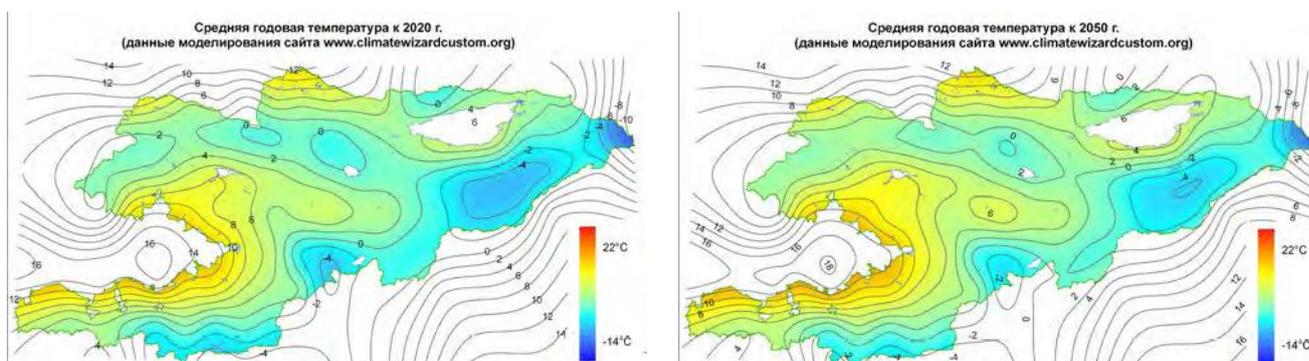


Рис. 3. Оценка ожидаемой средней температуры на территории республики, °С (тонкими линиями выделена зона неопределенности, оцененная по моделям)



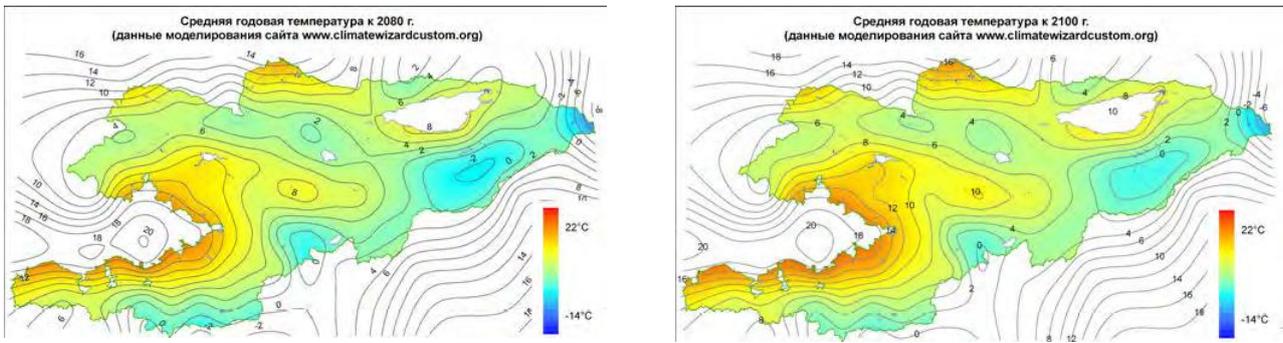


Рис.4. Карты пространственного распределения среднегодовой температуры для различных годов

Как видно из результатов расчетов к 2100 г. на территории республики практически не останется регионов с отрицательной среднегодовой температурой. Изменение среднегодовой температуры за период 1961-2080 гг.

Оценка неопределенности также как и для ожидаемой температуры произведена по дисперсии климатических моделей. Ожидаемое сезонное распределение осадков в целом совпадает с наблюдаемым в последние десятилетия.

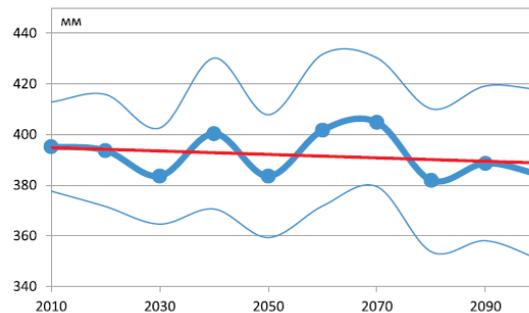


Рис. 5. Оценка ожидаемой средней суммы годовых осадков (красная линия – линейный тренд, тонкие линии оценка неопределенности по разбросу моделей)

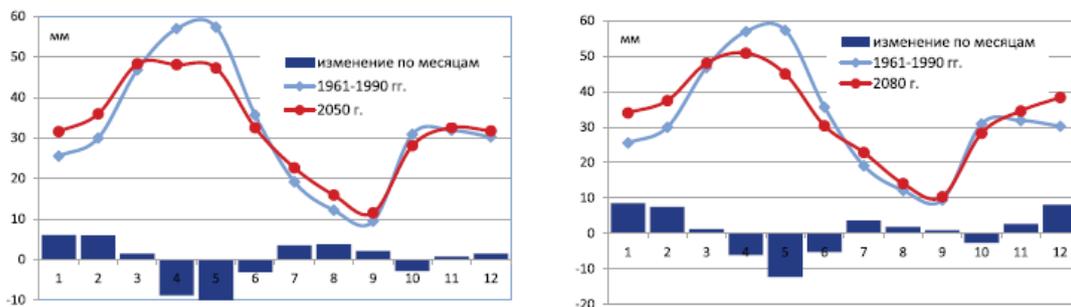


Рис. 6. Распределение суммы месячных осадков

В качестве индикатора уязвимости принято количество различных ЧС по каждой области. Для сравнительной оценки уязвимости каждой области используется система баллов от 0 до 5. Расчет оценки в баллах осуществлялся по формуле

$$A = 5 \frac{(\bar{O} - \bar{O}_{\min})}{(\bar{O}_{\max} - X_{\min})} \quad (1)$$

где X – текущая оценка индикатора в натуральных единицах (количество ЧС для конкретной области);

X_{\min} – минимальное значение индикатора среди всех областей;

X_{\max} – максимальное значение индикатора среди всех областей.

На территории Кыргызской Республики наблюдаются значительные климатические изменения. Оценка ожидаемых изменений показывает, что рост температуры для сценария соответствующего текущим тенденциям может составить к 2100 г. до 4,5°C.

Ожидается, что сумма годовых осадков в будущем будет уменьшаться, но с небольшой скоростью (-0,0677 мм/год), что составит падение к 2100 г. примерно на 6 мм от настоящего уровня. Причем ожидаются некоторые колебания величин осадков во времени, в отличии от монотонно изменяющейся температуры. Величина неопределенности оценки относительно невелика. Ожидаемое сезонное распределение осадков в целом совпадает с наблюдаемым в последние десятилетия [1].

В качестве индексов комплексно отражающих климатические условия можно использовать и другие показатели, такие как показатель увлажнения Иванова, получившие большую популярность в странах СНГ. Показатель увлажнения Иванова показывает отношение годовой суммы осадков к годовой испаряемости

$$K = \frac{\sum P}{E} \quad (2)$$

где $\sum P$ – сумма осадков за год, мм; E – испаряемость за год, мм

Для расчета испаряемости можно использовать формулу Тюрка с поправочным коэффициентом Е.Н. Вилесова, где Т – средняя 1 годовая температура воздуха, °С.

По Н.Н. Иванову соответствие между увлажнением местности и ландшафтами следующее:

- Аридная зона пустынь - увлажнение 0 - 0,13.
- Полуаридная зона полупустынь - 0,13 - 0,30.
- Степи и сухие саванны (зона недостаточного увлажнения) - 0,30 - 0,60.
- Зона умеренного увлажнения (лесостепь, саванны) - 0,60 - 1,0.
- Зона достаточного увлажнения (леса) - 1,0 - 1,50.

Как отмечено выше, селевые потоки-это гетерогенная система, состоящая из двух основных компонентов: твердого, весьма неоднородного по своему гранулометрическому составу и жидкого, в основном воды. Кроме того, по составу селевой массы селевые потоки можно разделить на грязевые, грязекаменные и воднокаменные. А по составу воды и по режиму их движения селевые потоки бывают:

1. Связные, где основная масса воды связана тохнодисперсными частицами и таким образом, несущей средой является водногрунтовая смесь; 2. Несвязные, в котором транспортирующая или несущая среда для твердых включений будет вода. Водная составляющая селевых потоков будет формироваться за счет жидких атмосферных осадков, таких как дождей и ливней, а также из таяния снега и ледников, прорывы завальных озер и водохранилищ. Дожди и ливни играют основную роль в формировании селевых потоков на территории южных районов республики. Меньшее число селевых потоков формируются за счет интенсивного таяния снега и ледников, а также прорыва завальных озер. В горных странах водная составляющая формируется в основном за счет ливней и дождей.

Следует отметить, что нередко формируется селе образующих паводков. Они образуются во временных и малых водотоках за счет ливневых дождей, а иногда и в результате таяния снега. Впитывание жидких

осадков в почву и горные породы при дождях, которые вызывают селеобразующие паводки, составляет основную долю потерь. По характеру проникновения в горные породы воды можно отметить два вида впитывания, а именно, инфлюация и инфильтрация. Под инфлюацией понимается процесс проникновения дождевых и талых вод в горные породы преимущественно в вертикальном направлении по крупным пустотам, где капиллярные силы отсутствуют; а инфильтрация-это процесс проникновения тех же вод в горные породы по мелким порам, здесь проявляется капиллярные, осмотические и сорбционные силы.

Формирование селевого потока - это взаимодействие двух основных компонентов, однако, данное взаимодействие качественно отличается от взаимодействия воды и рыхлообломочного материала в обычном водном потоке, так как в селевом потоке количество движения в основном передается через твердую фазу, а в обычной паводке- через жидкую. Изучая теоретические и экспериментальные исследования по формированию селевых потоков, можно отметить две формы зарождения селевых потоков: эрозионный и оползневой. (Шеко А.И.).

При эрозионном характере зарождения селей высвобождение твердых частиц, сдвигание с места и перенос осуществляется водой. или суспензией. При этом, твердая фаза движется как во взвешенном, так и во-влекомом состоянии. Их скорость зависит от размеров частиц. Мелкие частицы переносятся быстрее чем крупные.

При оползневом характере зарождения селевых потоков первоначальное сдвигание твердой фазы происходит в виде оползня-потоки без нарушения или слабым нарушением структуры. По мере дальнейшего движения смещенного массива и поступления воды структура нарушается, и оползень-поток превращается в селевой поток. По мере разрушения структуры массива поток приобретает ламинарный характер, это означает, что оползневой вид движения переходит на другой вид движения- вязкопластический. Это явление является границей перехода

оползня - потока в селевой поток. Имеется два вида зарождения селей за счет оползневого потока:

а) сдвигание рыхлообломочного материала, накопившегося в русле водотока;

б) оползание части массива на склоне или в ложбинке. Эти оба вида зарождения мало отличаются друг от друга. Следует отметить в числе основных факторов и гидрологических процессов.

На селевые потоки влияние гидрогеологических процессов осуществляется воздействием подземных вод на развитие склоновых процессов, участвующих в формировании твердой составляющей в очагах зарождения селей, а также увеличением объёмов жидкой составляющей за счет грунтовых вод.

Таким образом, подземная вода, прежде всего грунтовые стоки ускоряют формированию селевых потоков. При обводнении рыхлообломочных склоновых грунтов подземными водами происходит снижение их прочности, а также уменьшается сопротивляемость эрозионному размыву. Наиболее существенное и всестороннее влияние на развитие селевых потоков оказывают также эндогенные процессы, обусловленные общей эволюцией Земли.

Например, современные тектонические движения изменяют рельефа местности, уровня подземных вод, уровня морей и т.д. Они свою очередь влияют на процессы селевых потоков. Следующим фактором, влияющим на формирование селевых процессов является сейсмичность территории. Землетрясения являются важнейшим фактором селевых процессов, способствующих раздроблению массива пород и изменению, их механических и других свойств, и как силовой фактор сопровождаются часто селевыми потоками.

Нельзя не отметить влияние деятельности человека на развития селевых процессов. Деятельность человека может активизировать или

замедлить возникновения и развития селевых процессов, так как механизм влияния зависит от конкретных условий.

В частности, активизация селевых процессов связана со следующими видами хозяйственной деятельности человека: уничтожением лесов и луговой растительности в результате чрезмерного выпаса скота, размещением отвалов из горных выработок в руслах водотоков, гидротехническим строительством и другие.

В последние годы селевые потоки часто стали происходить на территории юга Кыргызстана, административно принадлежащей Джалал-Абадской и Ошской областям, причиняя значительный ущерб населению: повреждая гражданские и промышленные сооружения, нарушая непрерывность движения транспорта, выводя из строя сельскохозяйственные угодья и другие.

Источники формирования селевых потоков зависят от формы или от квалификации селевых потоков. В основу квалификаций, как отмечено А.И. Шеко, положены различные признаки селевого процесса, сели (образуется от селевого бассейна) - это бассейны водотоков (ручьев, речек), в которых формируются селевые потоки. В селевом бассейне различают три основные зоны: а) зоны формирования;

б) зоны транзита или процесс прохождения;

в) зоны затухания или процесс затухания селевого потока.

Зоны формирования - это часть селевого процесса, где расположены основные очаги зарождения селей.

Под транзитной зоной понимается часть селевого процесса, где происходит движение уже сформировавшегося селевого потока, без существенных изменений в его составе и режиме. Однако, в этой зоне на отдельных участках может происходить некоторая трансформация селевого потока за счет поступления воды со склонов и из притоков. Если селевой поток в ходе движения претерпевает существенные изменения в своем

составе, тогда следует выделять участки вторичного переформирования, возможно будет и участки затухания.

Зона затухания или разгрузки селевых потоков происходит при выходе из ущелий или из долины крупной реки, и она представлена в виде конусов выноса. В селевых процессах могут быть выражены не все зоны транзита, тогда селевой поток от зоны формирования сразу переходит в зону разгрузки. А если селевой поток разгружается непосредственно в русло крупной реки, то будет отсутствовать зона затухания.

Квалификация селевых процессов основаны на геоморфологических и геологических условиях, а также гидрографических и гидрологических особенностях водотоков.

В условиях Кыргызстана достаточно привести квалификации по гидрографическим и гидрологическим особенностям. По гидрографическим особенностям селевые процессы разделяются на два типа селевых водотоков: а) простые, когда имеется одно селевое русло; б) сложные, когда кроме основного селевого водотока имеются селевые притоки. По гидрологическим особенностям селевые процессы разделяются на первичные русла; горные русла; речки и реки.

Кроме этих четырех квалификаций имеется квалификация очагов зарождения селей. Эта квалификация основывается по генезису зарождения и они следующие:

- а) со скоплением рыхлого материала в руслах;
- б) с подпруживанием рек;
- в) из-за таяния современных ледников;
- г) с деятельностью вулканов;

И так, в отличие от такого разделения на территории Кыргызстана, в том числе южных районах республики очаги зарождения селевых потоков бывают в трех формах:

1. Селевые потоки, связанные с выпадением большого количества водных осадков или интенсивным снеготаянием. Очаги этой группы имеют

широкое распространение в нашей республике. Например, селевой поток на территории Алайского района.

2. Селевые потоки, связанные с подпруживанием горных рек. Они происходят в результате прорыва современных завалов на реках, а также вызванные обвалами и оползнями, временно перекрывающими речные потоки. К этой категории очагов можно отнести наводнение на территории Сузака. Следует отметить, что прорыв завалов, дамбы или перелив воды через завалы и плотины вызывает катастрофические паводки и селевые наводнение.
3. Селевые потоки, связанные с таянием ледников. Очаги этой группы являются также причиной катастрофических селевых потоков, однако, они происходят очень редко на территории Кыргызстана, хотя часто встречаются в различных регионах бывшего Союза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климатический профиль Кыргызской Республики. – Ильясов Ш., Забенко О., Гайдамак Н., Кириленко А., Мырсалиев Н., Шевченко В., Пенкина Л. – Б.2013 – 99 с.
2. <https://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/opolzni-i-seli.html>
3. Таланов Е.А. Региональная оценка эколого-экономического риска от водной эрозии и селей. -Алматы, 2007, 352 с.
4. Шеко А.И., Постоев Г.П., Кюнтцель В. «Изучение режима оползневых процессов» М.Недра, 1982, 255 с.
5. И.Бийбосунов, А.К. Орозобекова А.К. Моделирование селевых потоков методом гидродинамики // Материалы Международной научной конференции «Современные концептуальные положения в механике горных пород», посвященный 70-летию академика И.Т. Айтматова, - Бишкек, 2002. с. 182-185

6. Бийбосунов И., Бийбосунов А.И., Орозобекова А.К. Динамика селевых потоков (статья) Материалы научно-практической конференции, посвященная 70-летию Т.Р. Рашидову., -Ташкент, 2004, с. 96-98
7. Бийбосунов И., Орозобекова А.К. Разработка математических моделей динамики движения селевых потоков и методы их решения // Сборник «Современные проблемы механики сплошных сред/ Гидрогазодинамика и экзогенно-геологические процессы природы» вып. 5, - Бишкек, 2006. с. 18-35