

СЕКЦИЯ 1

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОЛОГИИ, ГИДРОФИЗИКИ, ГИДРОХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

ПОДСЕКЦИЯ 1.1

ГИДРОЛОГИЯ

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЙ ПАВОДОЧНЫЙ СТОК В ГОРНЫХ РАЙОНАХ ЗОНЫ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ МНОГОЛЕТНЕМЁРЗЛЫХ ПОРОД

Аванесова Г.С.¹, Бояринцев Е.Л.², Полубок А.Г.²

¹ Колымское УГМС, Магадан, Россия

² Одесский государственный экологический университет, Одесса, Украина
E.Bojarintsev@mail.ru

Проанализированы условия формирования экстремально высоких дождевых паводков в горных регионах многолетнемёрзлых пород.

Рассматриваемый регион расположен в центральной части Магаданской области России и включает верхнюю часть бассейна Колымы. Климат суровый, резко континентальный. Среднегодовая температура составляет около минус 13°C. Минимальная (обычно в январе) опускается до минус 65°C, а максимальная (в июле) достигает 30°. Результатом сурового климата является повсеместное распространение низкотемпературной многолетней мерзлоты, мощность которой достигает 200–400 м в долинах и 500–700 м – под горными сооружениями. В соответствии с мерзлотным районированием, произведенным по температурному признаку, рассматриваемая территория относится к району с температурой пород от -3,5 до -7,0°C. Сплошность мёрзлой толщи прерывается только под днищами крупных водотоков.

Режим рек данного региона характеризуется ежегодным весенним половодьем, которое начинается в среднем в конце первой декады мая и заканчивается в третьей декаде июня, иногда растягиваясь до середины июля, и летне-осенней меженью, на фоне которой формируются дождевые паводки, иногда достигающие катастрофических размеров. Начало формирования ледовых явлений отмечается уже в середине сентября.

Водно-энергетический баланс осуществляется в толще сезонноталого (деятельного) слоя. Начало оттаивания почвогрунтов совпадает с моментом

схода снежного покрова на данном участке и продолжается до середины августа – начала сентября. Максимальная мощность деятельного слоя зависит от характера подстилающей поверхности, экспозиции склона, высоты местности. Наиболее глубокое оттаивание приурочено к приводораздельной части бассейна, где преобладают каменные осыпи, и достигает 1,8–2,0 м. В нижней части склона, на прирусловых участках, оттаивание не превышает 0,2–0,3 м.

В горных регионах зоны многолетнемёрзлых пород сезонноталый слой представлен в основном продуктами выветривания и подстилается мёрзлыми породами. Поверхностный склоновый сток в таких условиях не образуется даже в случае исключительно высокой (для данной территории) интенсивности осадков. Склоновый сток происходит подповерхностным путём по контакту с кровлей мерзлоты. Поверхность мерзлоты представлена сильнольдистыми породами, в отдельных случаях чистым льдом, и характеризуется сложной топографией, обусловленной микроклиматическими и теплофизическими особенностями деятельного слоя.

Под слоем мохово-лишайниковой дернины и толщей рыхлого чехла отмечается хорошо разработанная микроручейковая сеть, которая прослеживается практически до водораздела, но не фиксируется даже на крупномасштабных картах.

В таких условиях поверхностное задержание и впитывание в подстилающий горизонт отсутствуют и единственным видом потерь стока являются потери на перехват напочвенным и растительным покровом, а также на восполнение дефицита влажности дисперсного чехла. Склоновое регулирование паводочного стока минимально.

Баланс склонового стока можно записать в виде [Бефани, 1958]:

$$X = Y + H_3 + R - Z, \quad (1)$$

где

$$Y = S + Z, \quad (2)$$

$$S = X - P + Z. \quad (3)$$

Здесь X – количество паводкообразующих осадков, P – потери стока на почвенное и поверхностное задержание (H_3) и перехват растительностью (R), Z – количество влаги, образованной при оттаивании мерзлоты за период паводка, S – водообразование (общее количество гравитационной воды на поверхности водосбора). Очевидно, что суммарные потери в этом случае меньше начальных на величину $(Z + P_{вр})$, где $P_{вр}$ – временные потери на заполнение ручейковой сети и полузамкнутых понижений на склоне, а слой водообразования превышает слой склонового стока на величину Z . Максимальные модули дождевого стока на очень малых водосборах (менее 2–3 км²) формируются короткими интенсивными ливнями внутримассового происхождения. По данным наблюдений ливнемерного куста Колымской воднобалансовой станции (КВБС), площадь охвата территории такими ливням весьма ограничена, и не превышает обычно 2–5 км². Максимальный модуль стока за более чем 40-летний период наблюдений на руч. Морозова, водосборная площадь которого составляет 0,63 км², достиг 1635 л/с·км². Он сформировался 2 июля 1982 г. ливнем общим слоем около 20 мм и максимальной интенсивностью 0,26 мм/мин. Слой стока практически совпал по величине со слоем осадков.

Экстремально высокий паводок на водосборах КВБС был отмечен 21 июня 2013 года, когда на фоне резкого потепления сформировался ливень, который за шесть часов дал 68 мм осадков, при этом оттаявший слой практически отсутствовал. Все гидрометрические сооружения были полностью выведены из строя, а максимальный расход удалось зафиксировать только на одном створе – руч. Встреча – устье руч. Угроза (площадь 6,57 км²). Модуль стока здесь достиг 822 л/с·км².

При выпадении продолжительных осадков с момента времени $t > t_{ск}$ на очень малых водосборах устанавливается фаза полного стока, когда интенсивность склонового притока следует за ходом водообразования. Но уже при площади водосбора $F > 5$ км² гидрограф принимает вид одномодального нелинейного треугольника и достаточно легко поддается аналитическому описанию.

Выдающиеся максимумы на крупных русловых системах формируются циклональными осадками при заходе влагонасыщенных воздушных масс с акватории Охотского моря или Ледовитого океана. Их приход сопровождается обычно понижением температуры воздуха, вплоть до отрицательных значений, и в горных районах (на высотах более 900–1000 м над уровнем моря) устанавливается временный снежный покров, что значительно снижает площадь одновременного стока. Установлена зависимость максимального модуля стока от количества осадков за дождь и температуры воздуха на дату их выпадения.

Наиболее благоприятные условия для прохождения исторических максимумов в пределах Верхней Колымы за период гидрологических наблюдений сложились 19–23 августа 1939 г. и 17–21 августа 2013 г. В первом случае центр дождя находился в бассейне р. Бохапча, во втором – в районе посёлка Усть-Омчуг, в центре бассейна р. Детрин. За трое суток выпало близкое количество осадков, более 120 мм, а температурный фон также практически совпал, было достаточно тепло, около 15°С, при дальнейшем похолодании до 3–5°С.

Максимальный модуль стока паводка 1939 г. на р. Бохапча почти в два раза превысил значение, следующее в ранжированном ряду дождевых максимумов (соответственно, 0,438 и 0,225 м³/км²) за более чем 70-летний период наблюдений, а для р. Детрин – п. Усть-Омчуг (период наблюдений 1956–2013 гг.) – почти в три раза (0,774 и 0,265 м³/км²). Эмпирическая обеспеченность этих максимумов близка к 1%, поэтому их характеристики могут быть использованы как модельные при разработке параметров расчётных формул максимального стока дождевых паводков для рек Верхней Колымы.

В условиях многолетнемёрзлых пород водообразование на склонах начинается одновременно с началом выпадения осадков, а продолжительность спада склонового стока, по данным наблюдений на малых водосборах Колымской ВБС, практически не зависит от величины максимальной ординаты, и может быть принята равной 24 часам. Учитывая, что продолжительность выдающихся ливней составляет четверо суток, продолжительность склонового притока при оценке дождевых

максимумов для развитых русловых систем может быть принята равной 120 часам.

Показатель степени в уравнении графика склонового притока оценивался двумя способами – с помощью экстраполяции зависимости коэффициента неравномерности руслового стока

$K_m = (m + 1/m)$ от площади водосбора F в область малых площадей, а также путём представления гидрографов склонового притока в относительных координатах в развёртке от максимального значения. Оба способа дали практически одинаковый результат, $n = 0,32$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бефани А.Н. Основы теории ливневого стока //Тр. ОГМИ, 1958. – Ч.II вып. 14. – 302 с.

EXTREME FLOODS RUNOFF IN MOUNTAIN REGIONS OF SUBAMBIENT PERMAFROST SOILS

Avanesova G.S.¹, Boyarintsev Y.L.², Polubok A.G.²

¹ *Kolyma hydrometeorological observatory, Magadan*

² *Odessa state environmental university, Bo413@yandex.ru*

ABSTRACT

Extreme floods runoff in mountain regions of subambient permafrost soils are examined.
