

## РАСЧЕТ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПАВОДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «ГИДРОГРАФ» И КЛИМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ WRF

Колупаева А.Д.<sup>1</sup>, Макарьева О.М.<sup>1,2</sup>, Нестерова Н.В.<sup>3</sup>, Шихов А.Н.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> – Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия, [alya.kolupaeva.97@mail.ru](mailto:alya.kolupaeva.97@mail.ru)

<sup>2</sup> – Институт Мерзлотоведения им. М.П. Мельникова СО РАН, г. Якутск, Россия

<sup>3</sup> – Государственный гидрологический институт, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> – Пермский государственный университет, г. Пермь, Россия

**Аннотация.** Основной целью работы является воссоздание катастрофического паводка 24-26 октября на реке Макопсе посредством гидрологической модели «Гидрограф» с использованием входной метеорологической информации климатической модели WRF.

Ключевые слова: срочный расход, Черноморское побережье, модель «Гидрограф», река Макопсе.

Одним из паводкоопасных регионов России является Черноморское побережье. Регион характеризуется повышенным риском прохождения катастрофических паводков, основной причиной которых является выпадение осадков высокой интенсивности. Туристическая привлекательность региона увеличивает риски материального ущерба и человеческих жертв при возникновении опасных гидрологических явлений. Примером такого явления стало прохождение паводка на реке Макопсе 24-26 октября 2018 года, в результате чего был разрушен автомобильный мост, а проезд по трассе Джубга–Сочи был перекрыт [1].

Проблемой региона является оценка срочных максимальных расходов воды в целях проектирования и строительства. Гидрологическая сеть региона очень редкая, к тому же, часто при прохождении паводков гидрологические посты разрушаются [2], а оцененные величины расходов по меткам высоких вод имеют неоднозначный характер из-за заторных явлений, вызванных корчеходом. Так, целью работы является оценка расхода воды, сформированного на р. Макопсе, при использовании метода детерминированного гидрологического моделирования.

В качестве объекта исследования выбран водосбор неизученной реки Макопсе (площадь 38,9 км<sup>2</sup>). Климат района влажный субтропический. Среднегодовая температура воздуха и годовое количество осадков для ближайшей метеостанции Туапсе составляет 13,9°C и 1436 мм. Характерной чертой рек рассматриваемого региона является преимущественно дождевой тип питания с преобладанием паводочного стока. Большая часть осадков наблюдается в зимний период. Для верификации параметров модели выбраны два изученных водосбора – р. Туапсе – г. Туапсе (площадь 351 км<sup>2</sup>) и р. Куапсе–Мамедова щель (площадь 14 км<sup>2</sup>).

В работе использовалась детерминированная гидрологическая модель формирования стока «Гидрограф» [3], разработанная профессором Ю.Б. Виноградовым. Модель представляет собой математическую систему с распределенными параметрами и содержит алгоритмы, в явном виде описывающие процессы переноса тепла и влаги.

Входными данными служит простейшая метеорологическая информация – температура и влажность воздуха, количество осадков. Однако в настоящее время измерения осадков производятся через каждые 12 часов, что в условиях выпадения осадков высокой интенсивности не дает возможности зафиксировать реальную

интенсивность и количество осадков с временным разрешением менее 12 часов. Поэтому в задачах моделирования срочных расходов воды с разрешением один час и менее необходимо использование альтернативных источников данных об осадках, в качестве которых могут выступать данные региональных мезомасштабных моделей, развитие которых открывает новые возможности решения проблем прогноза в регионах с сильными осадками [4].

Выходной информацией гидрологической модели является сток воды в замыкающем створе, и распределенные переменные состояния ландшафтов – характеристики снежного покрова, температура и влажность почвы на разных горизонтах и др., что позволяет проводить многокритериальную оценку результатов расчетов на их соответствие наблюдаемым процессам и явлениям.

Для верификации параметров модели было проведено моделирование стока изученных рек Туапсе и Куапсе на суточном интервале. Входные метеорологические данные использовались с метеостанций Туапсе (1966-2012) и Лазаревская (1974-1988). Результаты суточного моделирования были оценены значением критерия Нэша-Сатклифа и приняты как удовлетворительные (максимальное значение – 0,87; среднее – 0,6; минимально – 0,3).

Для моделирования на часовом интервале катастрофического паводка 24-26 октября на реке Макопсе использовались метеорологические данные, полученные с помощью модели WRF. Сумма осадков за период с 15 часов 23 октября до 3 часов ночи 25 октября в некоторых точках превышала 400 мм, с интенсивностью более 60 мм/час с 9 до 10 утра 24 октября. Расчеты с использованием модели «Гидрограф» позволили оценить максимальный расход воды р. Макопсе – 340 м<sup>3</sup>/с.

Таким образом, исследование показало, что мезомасштабная модель погоды позволяет учитывать локальное распространение осадков на территории Черноморского побережья, а модель «Гидрограф» применима в задачах расчета максимальных характеристик дождевых паводков.

### Литература

1. Все новости Нижнего Новгорода [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://newsnn.ru> (Дата обращения: 11.11.2018).
2. Панов В.Д., Базелюк А.А., Лурье П.М. Реки Черноморского побережья Кавказа: гидрография и режим стока. Ростов-на-Дону, 2012.
3. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии: учеб. пособие. М.: Академия, 2010. 304 с.
4. Алексеева А.А. Подходы к решению проблемы прогнозирования сильных летних осадков // Труды гидрометеорологического научноисследовательского центра Российской Федерации. 2014. Вып. 351. С. 64–84.

**Abstract.** The aim of the work is to reconstruct a catastrophic flood on October 24-26 on the Makopse River using the hydrological model “Hydrograph” using input meteorological information of the climate model WRF.