

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОКА РЕК ЯКУТСКОГО РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТИ СУШИ С АТМОСФЕРОЙ (SWAP)

Джоган Л.Я., Гусев Е.М., Насонова О.Н., Айзель Г.В.

Институт водных проблем РАН, Россия

Исследованы возможности применения разработанной в ИВП РАН методики расчета речного стока с бассейнов рек Якутии - Оленька и Индигирки, находящихся в чрезвычайно суровых климатических условиях в зоне вечной мерзлоты. В основу методики положена модель тепло - и влагообмена подстилающей поверхности суши с атмосферой SWAP (Soil Water – Atmosphere – Plants). Информационное обеспечение модели основано на данных наблюдений редко (5-6 станций на 1млн.км²) расположенных метеорологических станций в этих бассейнах (или в непосредственной близости) и глобальных базах данных.

Для проведения модельных расчетов стока использована схематизация бассейнов в виде совокупности ячеек пространственной сетки с разрешением 1°×1°, соединенных гидрографической сетью. Для каждой ячейки определялась ее площадь, влияющая на общее стокообразование в ячейке. Модель SWAP рассчитывает характеристики водного и теплового режимов для каждой ячейки, а затем на основе блоков трансформации стока внутри ячейки и в речной сети моделирует гидрограф стока для любого речного створа

Информационное обеспечение модели SWAP включало в себя приземную метеорологическую информацию (температуру и влажность воздуха, атмосферное давление, скорость ветра, атмосферные осадки, а также значения приходящих потоков длинно- и коротковолновой радиации) с трехчасовым временным разрешением и параметры подстилающей поверхности, а именно – параметры почвы, растительного покрова, топографические характеристики бассейна, взятые из глобальных баз данных. Метеорологические характеристики были получены по данным непосредственных наблюдений на метеостанциях (при этом значения приходящих потоков коротковолновой и длинноволновой радиации рассчитывались по стандартным методикам). Интерполяция значений метеорологических характеристик в центры расчетных ячеек осуществлялась на основе модифицированной процедуры кригинга.

Для повышения качества расчетов использовался метод оптимизации части наиболее важных модельных параметров (не более 11), включающих в себя как параметры подстилающей поверхности, так и (для р. Оленек) корректирующие множители для осадков и приходящей

радиации. Полученные оптимальные значения параметров использовались при расчетах суточных значений стока в нижних створах бассейнов за периоды - 24 года для р. Оленек и 26 лет для р. Индигирки, значительно превышающие пятилетние периоды калибровки.

Оценка полученных результатов осуществлялась по трем статистическим критериям соответствия рассчитанных и измеренных суточных значений стока: систематической ошибке *Bias*, равной разности между рассчитанными и измеренными средними значениями стока, коэффициенту корреляции *Corr* и эффективности расчета *Eff*. При разработке методик прогнозов стока принималась известная шкала оценки их точности: «хорошая» при $Eff \geq 0.75$ и «удовлетворительная» при $0.36 < Eff < 0.75$).

Расчеты показали, что для р. Оленек, как при оптимизации 8, так и 11 модельных параметров, качество расчета многолетнего гидрографа стока можно признать удовлетворительным (при оптимизации 11 параметров качество расчетов, конечно, выше) и даже в какой-то мере близким к оценке «хорошо». Однако несколько занижены по сравнению с данными наблюдений расчетные пики стока в период весеннего половодья и завышен средний объем стока. При этом необходимо отметить, что ошибки измерений стока в экстремальных условиях Якутии довольно велики (в период половодья могут достигать ~ 30 – 40%). Что касается р. Индигирки, то качество расчетов стока для этой реки (при оптимизации даже 8 модельных параметров) находится в области оценок «хорошо».

Анализ полученных результатов показал, что, во-первых, модель тепло - влагообмена подстилающей поверхности суши с атмосферой SWAP в сочетании с информационным обеспечением, основанным на глобальных базах данных по параметрам подстилающей поверхности и на данных наблюдений метеорологических станций, при проведении оптимизации нескольких наиболее важных модельных параметров позволяет достаточно хорошо воспроизводить сток северных рек, бассейны которых находятся в самых экстремальных по суровости климата условиях. Во-вторых, даже при очень редкой сети метеорологических станций, обеспечивающих входную информацию для расчета стока рассмотренных в работе рек, проведение оптимизации основных параметров подстилающей поверхности их бассейнов позволяет добиться вполне приличного соответствия между смоделированными и измеренными гидрографами суточного речного стока.