

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОЗЕРНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧНОГО СТОКА МЕТОДОМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСФОРМАЦИИ СТОКА

Сакович В.М.¹, Давыденко Е.В.²

¹ – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, e-mail sakovich@rshu.ru

² – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Изучается возможность применения метода моделирования процесса трансформации речного стока озером для оценки влияния озер на характеристики стока.

Ключевые слова: речной сток, озеро, регулирование, модель, гидрограф, расход воды.

Применяемые в практике гидрологических расчетов методы оценки влияния озер на речной сток основаны на эмпирических сопоставлениях характеристик стока для географически локально расположенных групп рек, отличающихся степенью озерности водосборов [1]. Получаемые в результате зависимости какой-то характеристики стока или поправочного коэффициента от озерности водосбора имеют параметры, значения которых соответствуют определенному локальному обобщению [2]. Эти методы не достаточно надежны и точны при использовании их для рек, протекающих в других, отличающихся от характерных для исходного эмпирического обобщения, физико-географических условиях и с озерами имеющими другие морфометрические особенности и расположение на водосборе [3].

С целью разработки метода, позволяющего более точно оценивать изменения характеристик стока под влиянием озёрного регулирования исследовалась возможность моделирования процесса трансформации речного стока при его прохождении через озерную котловину. Такой подход позволяет учесть особенностей водного режима реки, морфометрии и расположения озер на конкретном водосборе, Модельные расчеты осуществлялись по процедуре трансформации, предложенной Д. И. Кочериным и М. В. Потаповым (1932 г) и применяемой до настоящего времени для расчета трансформации гидрографа притока водохранилищем [4]. Элементами модели, необходимыми для расчета, являются: 1) гидрограф безозерной реки, который рассматривался как характеристика изменения во времени притока воды к озеру при его наличии на водосборе; 2) координаты объемной кривой озера в пределах возможных колебаний уровня воды над порогом слива из озера; 3) координаты кривой расхода воды на пороге слива (истоке) из озера в зависимости от уровня воды в озере.

Для моделирования процесса трансформации речного стока озером использовались гидрографы стока пяти безозерных рек Карелии и Северо-Запада РФ продолжительностью один календарный год. Выбирались гидрографы года, в котором внутригодовое распределение стока близко к характерному для соответствующей реки среднему многолетнему внутригодовому распределению. Через значения модуля стока на каждые сутки гидрографы приведены к одной площади условного водосбора 1000 км². Параметры уравнения $Q=A \cdot H^n$, описывающего кривую расходов на пороге слива из озера, приняты по результатам изучения зависимостей расхода воды от уровня воды в истоке шести озер по опубликованным ежегодным данным Государственного водного кадастра. Для зависимости объема водной массы озера от уровня воды над порогом слива принят линейный вид, что вполне допустимо в верхней части объёмных кривых озерных котловин при диапазоне изменения уровня до 5 метров. Координаты объемной кривой условного озера, замыкающего речной водосбор рассчитывались из

предположения, что площадь водного зеркала озера увеличивается на 0,33% при подъеме уровня воды на 1 метр.

Моделирование процесса трансформации речного стока озером производилось для пяти вариантов гидрографов притока к условному озеру, замыкающему речной водосбор, и для восьми вариантов размера озера, составляющего от 2% до 40% площади водосбора. Чтобы избежать влияния начальных условий наполнения озера на форму трансформированного гидрографа и характеристики стока, расчеты производились по замкнутому циклу до получения устойчивого зарегулированного гидрографа отдачи воды из озера.

По результатам моделирования сделана оценка изменений характеристик максимального и минимального стока при различных размерах озера. Построенные зависимости изменений максимальных и минимальных расходов с увеличением озерности водосбора соответствуют тем, которые были ранее получены на эмпирическом материале, что подтверждает физическую обоснованность метода моделирования процесса трансформации стока озерами и возможность его применения для оценки соответствующих изменений основных характеристик речного стока и гидрографа в целом. Лучше выглядят результаты оценки влияния озера на максимальные расходы половодья и осенних дождевых паводков. Сложнее представляется картина регулирующего воздействия озера на характеристики минимального стока. Выполненная работа и ее результаты показали перспективность использованного метода и позволяют определить задачи, которые необходимо решать для его совершенствования.

Литература

1. Определение расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003.
2. Сакович В.М. Расчет минимального летне-осеннего стока рек Северо-Запада и Карелии. В сборнике: Вопросы экологии и гидрологические расчеты Сборник научных трудов (межведомственный). Санкт-Петербург, 1994. С. 63-70.
3. Сакович В.М. Использование величины эрозионного вреза рек при пространственных обобщениях минимального стока. В сборнике: Расчетные гидрологические характеристики Сборник научных трудов (межведомственный). Л.: 1991. С. 122-126.
4. Цингер В.Н. Трансформация максимальных расходов водохранилищами. Л.: Гидрометиздат, 1960. 123 с.

ANALYSIS OF THE LAKE REGULATION EFFECT ON THE CHARACTERISTICS OF RIVER FLOW BY SIMULATING OF THE TRANSFORMATION PROCESS

Sakovich V.M.¹, Davydenko E.V.²

¹ – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia, sakovich@rshu.ru

² – Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia

Abstract. The possibility of applying the method of modeling the river runoff transformation by a lake to determine the lakes effect on runoff characteristics is being studied.

Key words: river flow, lake, regulation, model, hydrograph, discharge.