

# МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЧНОГО СТОКА ДЛЯ СИБИРСКОГО РЕГИОНА

Кузин В.И., Лаптева Н.А.

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Россия

Глобальный гидрологический цикл в атмосфере и океане играет важнейшую роль в определении климатического состояния на Земле. Для климата материков этот цикл имеет первостепенное значение, поскольку это связано с поступлением влаги на их поверхность и регулирует перераспределение с выносом пресной воды в океан. Особый интерес в последнее время уделяется региональным характеристикам гидрологического цикла и, в частности, в Сибирском регионе [1]. В работе обсуждаются результаты расчетов по линейной резервуарной модели климатического речного стока к бассейну рек Обь, Енисей Лена.

Разработанная модель составлена из линейных резервуаров в ячейках сетки. Это означает, что скорость стока из ячейки линейно зависит от притока и пропорциональна наклону в ячейке и обратно пропорциональна расстоянию между центрами ячеек. Скорость изменения стока из ячейки или каскада ячеек в простейшем варианте модели Калинина-Милюкова [2, 3] определяется на основе последовательного решения обыкновенных дифференциальных уравнений, сведенных к интегралам свертки (Дюамеля). В конкретной реализации модели поток воды на суше разделяется на три составляющие: поверхностный сток, грунтовый сток, речной сток. Поверхностный и грунтовый стоки представляют собой единичные ячейки, а речной сток представлен в виде каскадов ячеек. Количество каскадов вычисляется по размеру, наклону ячеек и величине коэффициента задержки. Коэффициент задержки грунтового стока для ячейки принимается постоянным. Каждая элементарная ячейка модели имеет 8 возможных направлений стока в соседние ячейки - четыре по координатным географическим направлениям: N, E, S, W и четыре диагональных направления: NE, SE, SW, NW, определяемых наклоном рельефа однозначным образом. В каждой ячейке производится учет процентного содержания болот и озер [4, 5, 6].

При проведении численных экспериментов по климатической модели речного стока было выбрано разрешение, соответствующее разрешению в региональной климатической модели ИВМиМГ СО РАН, и составляющее  $1/3$  градуса по широте и долготе соответственно. Модель речного стока покрывает Сибирский регион по долготе от Урала до Дальнего Востока и по широте от Северного Казахстана до Северного Ледовитого океана.

В работе представлены результаты расчетов по модели климатического речного стока в бассейнах рек Обь-Иртыш, Енисей, Лена. Построение направлений речного, поверхностного и грунтового стоков строились на основе данных по рельефу и анализа графов стоков по поверхности и в речном русле. Был проведен анализ данных по изменению климатических и гидрологических характеристик бассейнов рек во второй половине XX века и численные расчеты по моделированию межгодовой изменчивости стока рек Обь, Енисей, Лена на основе данных реанализов NCEP/NCAR и ERA40 для периода 1958-2001гг.

В результате расчетов сравнение с гидрологическими данными на створах Обь-Салехард, Енисей-Игарка, Лена-Кюсюр для среднеклиматического годового стока дает отличие в амплитуде для данных реанализа NCEP/NCAR – +8%, +2%, +25%, а для ERA40 – -8%, +15%, +14% соответственно. Данные весеннего паводка по фазе для среднеклиматического годового гидрографа NCEP/NCAR для Оби и Енисея дает совпадение, а для Лены запаздывание на месяц. Для данных по ERA40 по фазе для всех рек полное совпадение. Для величины максимальной амплитуды наибольшее отличие наблюдается для расчетов по данным NCEP/NCAR, достигающие 25% и 30% для Енисея и Лены.

#### Литература

1. Shiklomanov I.A., Shiklomanov A.I., Lammers R.B., Peterson B.J., Vorosmarty C.J. The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean // in The Freshwater Budget of the Arctic Ocean: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop, edited by E.L.Lewis et al., pp. 281-296, Kluwer Acad., Norwell, Mass., 2000.
2. Кучмент Л.С. Математическое моделирование речного стока. - Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 190 с.
3. Бураков Д.А. К оценке параметров линейных моделей стока // Метеорология и гидрология. – 1989. - № 10, с. 89-95.
4. Hagemann S., Dumenil L. Hydrological discharge model // Technical report No 17, MPI, Hamburg. 1998. 42 p.
5. Кузин В.И., Лаптева Н.А. Моделирование климатического речного стока для Сибирского региона // Труды IV Международного конгресса «ГЕО-Сибирь-2008». 2008. Новосибирск. С. 65-70.
6. Кузин В. И., Лаптева Н.М. Математическое моделирование климатического речного стока из Обь-Иртышского бассейна // Оптика атмосферы и океана. – 2012. Т. 25. № 06. С. 539–543.