

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЕЙ ЗАПАСОВ ВОДЫ В СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ И ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ ДЛЯ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА ВОЛГИ)

Мотовилов Ю.Г.

Институт водных проблем РАН, Россия

Моделирование, расчеты и прогнозы увлажнения больших территорий имеют как самостоятельное значение, так и играют важную роль в кругообороте тепла и влаги в атмосфере и на суше. Динамика снегозапасов и влажности почвы является определяющими факторами в гидрологических моделях формирования стока. За последние 30 лет в литературе опубликованы многочисленные примеры результатов сопоставления измеренных и рассчитанных влажностей почвы и снегозапасов в точках по различным, главным образом, физико-математическим гидрологическим моделям. Однако, по мнению некоторых гидрологов, характерный масштаб речных бассейнов при использовании традиционных физико-математических моделей формирования стока ограничивается размерами небольшого (элементарного) речного бассейна. В его пределах с помощью таких моделей можно с большой детальностью воспроизводить гидрологические процессы на различных частях склонов и в русловой сети. При гидрологическом моделировании больших территорий и крупных речных систем целесообразно использовать более крупные расчетные ячейки порядка сотен или даже тысяч квадратных километров. При этом необходимо дополнительное теоретическое обоснование проблемы масштабирования в гидрологических моделях при переходе от точки к склону, и далее к элементарному водосбору и речному бассейну. Проблема заключается в нахождении новых (по сравнению с точкой) расчетных единиц определенного масштаба, генерализации (фильтрации) микромасштабных флуктуаций характеристик, имеющих второстепенное значение на данном уровне рассмотрения и параметризации моделей гидрологических процессов на мезо- или макромасштабном уровне. При укрупнении масштаба моделирования элементарный речной бассейн уже может являться расчетной единицей для моделирования крупного речного бассейна, состоящего из множества элементарных бассейнов. В этом случае для описания гидрологических процессов уже не требуется такая пространственная детализация, как в детальных физико-математических моделях - в агрегированных моделях оперируют осредненными в пределах элементарных водосборов потоками. Поэтому для описания гидрологических процессов здесь могут быть использованы упрощенные модели, в рамках которых элементарный бассейн рассматривается как расчетная точка (модель с сосредоточенными параметрами). В частности такая идеология принята в гидрологической модели ECOMAG, где крупный речной бассейн покрывается сеткой из элементарных

водосборов, для каждого из которых физически обоснованная модель с сосредоточенными параметрами описана системой обыкновенных дифференциальных уравнений, большая часть которых получена путем интегрирования базисных уравнений детальных физико-математических моделей по пространству [Motovilov et al., 1999]. Такого рода модели сохраняют основные черты и преимущества пространственно-распределенных физико-математических моделей и в то же время более эффективны при решении прикладных и исследовательских задач на более крупных речных бассейнах, т.к. они менее требовательны к составу и полноте исходной информации, а также менее чувствительны к ошибкам в задании этой информации.

На базе модели ECOMAG для прикладных и исследовательских задач в конце 1990-х годов с привлечением современных средств информационной и технологической поддержки был разработан программный комплекс (ПК), который включает в себя также специализированную географическую информационную систему (ГИС), базы архивных и оперативных гидрометеорологических и водохозяйственных данных и информации о характеристиках территории, а также управляющую оболочку. Для моделирования полей влажности почвы и снеготопливных запасов в бассейне Волги привлекались тематические цифровые карты, а также информация гидрометеорологического мониторинга. В пределах бассейна Волги и в непосредственной близости от его границ задействовано около 350 метеостанций, порядка 230 агрометеостанций с измерениями влажности почвы и 370 станций маршрутных снегомерных наблюдений, более или менее регулярно передающих информацию. Расчеты по модели ECOMAG проводятся по метеорологическим данным. Ежедневные поля метеохарактеристик на территорию речного бассейна являются входом в модель. Модель в непрерывном режиме рассчитывает поля снежного покрова, увлажнения и промерзания почвы, речного стока в русловой сети. Анализ результатов сопоставления фактических и рассчитанных полей продуктивных запасов воды в верхнем 50-см слое почвы и запасов воды в снежном покрове показал, что предложенный подход к моделированию пространственных полей на больших территориях по многим критериям дает удовлетворительные результаты, которые могут быть полезны в методическом плане для параметризации процессов взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью в атмосферных и гидрологических моделях для крупных речных систем и территорий.

Литература

Motovilov Yu.G., L.Gottschalk, K.Engeland and A.Rodhe. Validation of a distributed hydrological model against spatial observation. *Agricultural and Forest Meteorology*. 1999, 98-99, pp.257-277.