

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ MLCM2 ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ

Соколова Д.В.

Российский Государственный Гидрометеорологический Университет,
г. Санкт-Петербург.

E-mail: dashasokolova.v@gmail.com

Своевременное и безошибочное прогнозирование наводнений, вызываемых дождевыми паводками, является одной из наиболее актуальных задач, стоящих перед международным гидрологическим сообществом. В условиях изменяющегося климата использование существующих традиционных методов для расчёта и прогнозирования речного стока становится малоэффективным. Это происходит так же из-за переменной антропогенной нагрузки на речные водосборы и низкой плотности сети станций гидрометеорологического мониторинга.

Особую сложность представляет моделирование и прогнозирование дождевых паводков при сравнительно невысокой пространственно-временной дискретности наземных гидрометеорологических наблюдений.

С точки зрения качества и/или пространственно-временной дискретности собираемых на их водосборах метеорологических или гидрологических данных, а также их пригодности для точного и своевременного прогнозирования паводков, большинство рек, протекающих в Российской Федерации, могут быть отнесены к категории малоизученных. Поэтому существует объективная необходимость разработки такой прогностической технологии, которая была бы применима для прогнозирования опасных гидрологических процессов и явлений на малоизученных и неизученных водосборах. Так же была бы ориентирована на нужды конкретных потребителей гидрометеорологической информации. Для достижения этой цели в Российском государственном гидрометеорологическом университете (РГГМУ) был разработан комплекс научно-технических средств автоматизированного двухуровневого прогнозирования опасных гидрологических процессов и явлений. При двухуровневом прогнозировании стока рассматриваются сравнительно крупные территории. Сначала выполняется идентификация зон повышенного риска формирования опасных гидрологических явлений, а затем – более ресурсоемкое уточненное прогнозирование стока только лишь с тех водосборов, на которых отмечен повышенный риск возникновения наводнения [1]. В РГГМУ была разработана концептуальная многослойная гидрологическая модель MLCM2, так же будет затронуто созданное на её основе одноименное программное обеспечение.

Гидрологическая модель MLCM2 (от англ. «Multi-Layer Conceptual Model, version 2» – многослойная концептуальная модель, вторая версия) является моделью типа «осадки – сток» с гибкой структурой и высоким уровнем концептуализации. С технической точки зрения, при выполнении калибровки модели ее можно легко свести как к сравнительно простым моделям водосбора или руслового стока, так и к более сложным гидрогеологическим моделям, учитывающим гидравлические свойства почвогрунтов рассматриваемого водосбора.

Процедура моделирования стока состоит из двух основных функциональных элементов:

1) *Формирование «входа» гидрологической модели MLCM2* может быть сделано как в ручном, так и в автоматическом режиме, путём использования данных наземных наблюдений.

2) *Настройка и непосредственное использование модели MLCM2.* Автоматическая калибровка гидрологической модели MLCM2 выполняется при помощи специально разработанного для этой цели оптимизационного алгоритма. При необходимости крупные и средние водосборы разбиваются на более мелкие частные водосборы, однако индивидуальная калибровка модели для таких водосборов не выполняется.

Автоматическое формирование «входа» гидрологической модели MLCM2 выполняется при помощи специального программного обеспечения. Обязательными являются оперативные данные о сумме осадков с дискретностью 1 ч, 6 ч, 12 ч или 1 сутки, получаемые, например, наземной сетью Росгидромета или локальными сетями наблюдений потребителя прогностической информации [2]. При отсутствии таковых, цели фонового прогнозирования стока могут быть вполне удовлетворительно достигнуты путем использования в качестве входных данных модели MLCM2 «выходных» данных мезомасштабной синоптической модели WRF. Для калибровки гидрологической модели MLCM2 необходимы синхронные массивы данных об осадках, стоке и полном испарении. После калибровки выполняется валидация найденных параметров.

Итак, модель MLCM2 позволяет рассчитать суммарную водоотдачу с единичной ячейки или целого водосбора. В модели учитываются основные гидрометеорологические факторы, определяющие

формирование стока. Такие как жидкие осадки, попадающие на поверхность водосбора и проникающие в почву; поверхностное задержание воды в микро- и мезодепрессиях; потери воды на испарение и транспирацию; инфильтрацию воды и ее просачивание в русло по N слоям почвогрунтов мощности Z_i ; трансформацию паводковой волны в русловой сети (описываемую уравнением кинематической волны или при помощи расчётной схемы Маскингам-Кюндж).

Данная модель MLCM2 реализована в текущей версии программного обеспечения «MLCM2.v2». Данное ПО может быть использовано как для «управляемого», так и для полностью автоматизированного прогнозирования стока. «MLCM2.v2» является программным обеспечением, обладающим такими ключевыми опциями оперативной гидрологической модели, как оптимизация параметров (калибровка) и валидация. Калибровка проводится при помощи способа квазилокальной оптимизации в физически предопределенном районе области определения целевой функции – SLS, так же есть возможность производить калибровку при помощи оптимизационного метода Нелдера-Мида и методом случайного перебора. В настоящее время пользователь может выбрать один из трёх вариантов целевой функции для валидации: среднеквадратическая ошибка, критерий S/σ и мультимасштабная целевая функция MSOF [3]. Основными конструктивными и технологическими особенностями разработанного ПО являются высокая прогностическая эффективность прогнозирования стока на основе модели MLCM2 и возможность использования разработанной технологии для эффективного фоновое прогнозирования стока на неизученных и малоизученных реках. Программа позволяет получить сопоставимые результаты моделирования стока при более низком уровне обеспеченности исходными данными. Существующее ПО «MLCM.v2» может использоваться для прогнозирования паводков на неизученных и малоизученных водосборах. Данное ПО обладает значительным потенциалом для дальнейшего совершенствования и коммерциализации

На данный момент идёт создание и тестирование новой версии ПО «MLCM2.v3».

Список использованных источников

1. Карлин Л.Н., Кузьмин В.А., Дикинис А.В., Шилов Д.В. Мониторинг и прогнозирование опасных гидрометеорологических явлений на основе комплексного использования данных дистанционного зондирования и наземных наблюдений. СПб, СПб ВМИ, Сборник научных трудов СПб ВМИ, 2012, №2, стр. 17–27.
2. Кузьмин В.А. Программное обеспечение MLCM2 [Текст]//Кузьмин В.А., Проданов Т.П., Рошет Н.А., Полякова А.А., Симановская /Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. –2013. –№ 31. – С. 31–36.
3. Кузьмин В.А. Основные принципы автоматической калибровки многопараметрических моделей, используемых в оперативных системах прогнозирования дождевых паводков — Метеорология и гидрология, 2009, № 6, с. 92–104.