

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА *ECOMAG*, СИСТЕМЫ ВЫСОКОДЕТАЛЬНОГО ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ *COSMO-RU* И СИСТЕМЫ РАСЧЕТА СНЕЖНОГО ПОКРОВА *SNOWE* ДЛЯ РАСЧЕТА ПОЛОВОДИЙ НА Р. СУХОНА ВБЛИЗИ Г. ВЕЛИКИЙ УСТЮГ

Чурюлин Е.В.^{1,2}, Крыленко И.Н.^{1,3}, Фролова Н.Л.¹

¹ – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, evgenyuchur@gmail.com

² – Гидрометцентр России – отдел среднесрочных прогнозов погоды, г. Москва, Россия

³ – Институт водных проблем РАН, г. Москва, Россия

Аннотация. В работе исследуется возможность применения модели формирования стока *ECOMAG* при прогнозе характеристик весеннего половодья на р. Сухона вблизи г. Великий Устюг с использованием системы численного прогноза погоды *COSMO-Ru* и снежной модели *SnoWE*.

Ключевые слова: Снежный покров, снежная гидрология, гидрология, *COSMO-Ru*, *SnoWE*, *ECOMAG*.

Перспективным направлением при расчете характеристик наводнений является метод совместного гидрологического и атмосферного моделирования. В этом случае моделирование формирования стока на водосборе должно осуществляться с использованием в качестве входной информации о метеорологических характеристиках (атмосферном форсинге) доступных оперативных данных синоптических измерений, а также результатов численного моделирования процессов в атмосфере. Совместное атмосферное и гидрологическое моделирование позволяет решать разноплановые задачи, связанные с затоплением территории, как в целях краткосрочного прогноза, так и для разнообразных сценарных расчетов. Такой подход может быть эффективен при анализе и прогнозе экстремальных гидрометеорологических событий. Данная работа посвящена описанию эксперимента применения модели формирования стока *ECOMAG* [3] с использованием выходной продукции мезомасштабной модели атмосферы *COSMO-Ru* [2] и модели снежного покрова *SnoWE* [4] для расчета гидрографов стока половодья вблизи г. Великий Устюг. Актуальность работы связана с вопросами гидрологической безопасности г. Великий Устюг, расположенного в узле слияния рек Сухоны и Юга и многократно подвергавшегося наводнениям стоково-заторного генезиса, последнее из которых наблюдалось в мае 2016 г. и привело к значительным ущербам [1]. Выбранный ключевой участок достаточно хорошо изучен гидрологами, однако, пост, измеряющий расход воды, имеется только на реке Сухона, а на реке Юг он был закрыт в конце 1980-ых годов. Одним из возможных решений при недостатке данных гидрологических наблюдений, а также для наиболее полного и заблаговременного учета особенностей формирования половодий на исследуемой территории, является применение модели формирования стока. Выбранный тип моделей по данным о метеорологических характеристиках (температуре, осадках, влажности воздуха) и сведений о подстилающей поверхности водосбора позволяет рассчитывать процессы формирования стока и расходы воды в любой точке речной сети. Используемая в работе модель формирования стока *ECOMAG* показала высокую эффективность при исследованиях стока северных рек, в том числе для бассейна Северной Двины [1].

Однако данных действующей сети метеорологических станций, особенно в северных регионах, не достаточно для корректного отображения полей метеорологических характеристик, требующихся обеспечения работы модели формирования стока

ECOMAG входными данными, а также для решения прогностических задач. В данном исследовании проводилась оценка возможности применения в качестве входных данных для модели формирования стока метеорологической информации по результатам расчетов на основе мезомасштабной модели циркуляции атмосферы *COSMO-Ru* и модели снежного покрова *SnoWE*, моделирующих всю необходимую метеорологическую информацию на различных сетках, например: *COSMO-Ru 13* – шаг сетки 13 км, *COSMO-Ru 7* – шаг сетки 7 км, *COSMO-Ru 2* – шаг сетки 2.2 км и другие [2]. Прогноз приземной температуры воздуха, количества осадков, влажности воздуха, запаса воды в снеге, его плотности и других метеорологических характеристик выполняется на регулярной сетке с пространственным разрешением от 1 до 13 км за каждый метеорологический срок (каждые 3 часа) с учетом характеристик подстилающей поверхности [2]. Следует отметить, что для адекватного описания пространственного распределения осадков, либо накопленных снеготпасов, принципиальным является пространственное разрешение модели атмосферы.

Для выполнения работы потребовалось решить задачу обеспечения данными модели формирования стока *ECOMAG* продукцией мезомасштабной модели атмосферы *COSMO-Ru*, для чего были разработаны специальные блоки ввода – вывода информации и блоки их адаптации в модели *ECOMAG*. По результатам выполненной работы была проведена оценка результатов моделирования гидрографов стока.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18--05-60021 Arctic

Литература

1. Агафонова С.А., Фролова Н.Л. Затонные наводнения на р. Сухона в районе г. Великий Устюг// Меняющийся климат и социально-экономический потенциал Российской Арктики. 2016. С. 56–65.
2. Блинов Д.В., Ривин Г.С. Система краткосрочного негидрастатического прогноза погоды *COSMO-Ru*: Технологическая линия // Труды Гидрометцентра России. 2017. Вып. 365. С. 142–162.
3. Мотовилов Ю.Г. Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных пространственных масштабах. 1. Алгоритмы генерализации и осреднения // Водные ресурсы. 2016. Т. 43, Вып. 3. С. 429–437.
4. Чурюлин Е.В., Копейкин В.В., Розинкина И.А., Фролова Н.Л., Чурюлина А.Г., Анализ характеристик снежного покрова по спутниковым и модельным данным для различных водосборов на Европейской территории Российской Федерации// Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2018. Вып. 2 (368). С. 120-143.

APPLYING OF COMBINE OPPORTUNITIES OF THE RUNOFF FORMATION MODEL (ECOMAG), THE MESOSCALE ATMOSPHERE CIRCULATION MODEL (COSMO-RU) AND THE SNOW MODEL (SNOWE) FOR THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

E.V. Churiulin^{1,2}, I.N. Krylenko^{1,3}, N.L. Frolova¹

¹ – Department of Land Hydrology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

² – Laboratory of MRF, Hydrometcenter of Russia, Moscow, Russia

³ – Water problems institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract: The investigation devoted to development of new runoff forecast methods in modern climate conditions. The main purpose of the research is creation a new scheme of assimilation and application of initial (in situ) and model data (*COSMO-Ru* and *SnoWE*) for a hydrological model *ECOMAG*.

Key words: Snow cover, snow hydrology, hydrology, *COSMO-Ru*, *SnoWE*, *ECOMAG*