

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Чурюлина Евгения Викторовича
на тему: «Использование спутниковой и модельной информации о
снежном покрове при расчетах характеристик весеннего половодья»
по специальности 25.00.27 – «Гидрология суши, водные ресурсы,
гидрохимия»

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа Е.В. Чурюлина несомненно актуальна. Ее актуальность связана с необходимостью разработки новых технологий получения информации о снежном покрове для расчета характеристик весеннего половодья и формирования начальных данных для моделей численного прогноза погоды.

В настоящее время из-за редкой сети маршрутных снегомерных наблюдений и их дискретности часто приходится сталкиваться с недостаточным количеством измерений, в связи с чем возникает необходимость совершенствования методов прогноза весеннего половодья на основе доступной современной гидрометеорологической информации. Комплексный подход с применением данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), моделей численного прогноза погоды (ЧПП), физико-математических моделей снежного покрова и фактических данных наблюдений позволяет раскрыть закономерности пространственно-временной изменчивости снежного покрова и обеспечить модели формирования стока необходимой начальной информацией. С увеличением технологических возможностей и повышением требований к качеству прогностической продукции такой комплексный подход становится все более востребованным.

2. Оценка содержания диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, состоящего из 218 источников, включая 116 на иностранных языках. Общий объем диссертации – 175 страниц, 57 рисунков, 25 таблиц.

Во **введении** представлена общая характеристика работы, обоснована актуальность темы исследования, сформулирована цель и задачи исследования, излагаются научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационной работы, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Целью диссертационного исследования является апробирование дистанционных и развитие расчетных методов получения информации о снежном покрове для оценки характеристик весеннего половодья и формирования начальных данных для моделей ЧПП. В соответствии с целью исследования в работе решался целый ряд *задач*, связанных с анализом международных и отечественных проектов, специализирующихся на расчете и мониторинге характеристик снежного покрова, формированием базы данных с информацией о снежном покрове для территории России; проведением численных экспериментов с оригинальной версией модели снежного покрова *SnoWE*; разработкой на базе системы *COSMO-Ru* региональной системы усвоения данных о снежном покрове; выполнением численных экспериментов с системой *COSMO-Ru*; разработкой системы усвоения полей метеорологических характеристик, полученных на основе счета системы *COSMO-Ru* и *SnoWE*, для модели *ECOMAG* на примере бассейна Сухоны и др.

В **первой главе** приводятся общие сведения о снежном покрове. Выполнен обзор методов мониторинга характеристик снежного покрова, применяющихся для исследования его пространственно-временной изменчивости. Значительное место уделено вопросам моделирования снежного покрова. В работе наибольший интерес уделяется гидрологическим моделям и схемам параметризации, реализованными в рамках моделей ЧПП, в частности, модели *COSMO*.

Вторая глава содержит информацию о модели *SnoWE*, применяющейся в Гидрометцентре России для оценки снеготаяния на территории нашей страны. В ходе выполнения диссертационной работы автором проводилось усовершенствование модели *SnoWE*, связанное с доработкой программного кода, созданием модулей препроцессинга, блока визуализации расчетов, улучшением алгоритмов учета плотности свежеснежного покрова и снежного покрова в период снеготаяния, с появлением возможности восстановления данных о снежном покрове за любой исторический интервал времени при наличии данных синоптических наблюдений. Эксперименты показали, что обновленная версия модели *SnoWE* достоверно воспроизводит динамику развития снежного покрова и позволяет выполнять расчет его характеристик. При сравнении фактических и модельных данных установлено, что модель *SnoWE* удовлетворительно воспроизводит динамику характеристик снежного покрова даже в условиях городской среды при крайне неустойчивой среднесуточной температуре воздуха и частых оттепелях.

В третьей главе приводится общая информация о модели *COSMO* и одноименном консорциуме по мезомасштабному моделированию. Особое внимание уделяется представлениям об атмосфере в модели *COSMO*, ее системе координат, начальным и граничным условиям и требованиям, предъявляемым к начальным данным (внешним и моделируемым). Рассматривается метод объективного анализа характеристик снежного покрова (его достоинства и недостатки), используемый для подготовки начальных данных для системы *COSMO-Ru*.

Создана и внедрена в систему *COSMO-Ru* региональная система усвоения данных. Работа технологии основывается на множестве входящих параметров и включает в себя сложный комплекс усвоения первичной информации. В результате работы региональной СУД создаются скорректированные на основе фактических данных начальные поля с характеристиками снежного покрова, передающиеся в систему *COSMO-Ru*.

Автор приводит результаты численных экспериментов с системой *COSMO-Ru*, выполненных на основе региональной СУД за зимний сезон 2018/2019 гг., которые показали высокую эффективность разработанных нововведений. В разделе приводится статистический анализ полученных результатов, подтвердивших высокую эффективность от применения региональной СУД.

Четвертая глава посвящена исследованию возможностей моделирования характеристик весеннего половодья на основе модели *ECOMAG* с привлечением прогнозной метеорологической информации из системы ЧПП *COSMO-Ru* и модели *SnoWE*.

Результаты исследования показали, что данные системы *COSMO-Ru* достаточно реалистично воспроизводят ход основных метеорологических элементов и могут быть использованы в модели *ECOMAG* в качестве начальных данных.

В работе приводится анализ результатов расчетов характеристик весеннего половодья на посту р. Сухона – д. Каликино на основе совместного применения моделей *ECOMAG*, *COSMO*, *SnoWE*, полученные в ходе первичной адаптации моделей друг к другу. Результаты моделирования показали, что на основе данных системы *COSMO-Ru* и *SnoWE* модель *ECOMAG* воспроизводит основные особенности гидрографов стока за половодье. Особенно важным является хорошее соответствие смоделированных расходов воды по данным метеостанций и системы *COSMO-Ru* для выдающихся половодий 2013 и 2016 гг., когда наблюдались наводнения стоково-заторного генезиса.

При выполнении диссертационной работы было проведено сравнение работоспособности снежного блока модели *ECOMAG*, модели *SnoWE* и системы *COSMO-Ru* с данными глобальной СУД.

В **Заключении** сформулированы основные результаты, полученные в ходе работы над диссертацией. Заключение подчеркивает значимость полученных результатов.

Подводя итог рассмотрению диссертации **Е.В.Чурюлина**, следует отметить, что она представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне с применением самых современных методов, моделей и технологий. Диссертация свидетельствует о том, что в ней самостоятельно решены важные научные задачи, связанные с разработкой моделей снежного покрова для расчета характеристик весеннего половодья и формирования начальных данных для моделей численного прогноза погоды.. Она свидетельствует о высокой квалификации автора в использовании географических, физико – математических методов и технологических средств анализа сложных гидрометеорологических процессов. Диссертация написана хорошим, понятным языком, автореферат прекрасно оформлен, полностью отражает ее содержание и дает полное представление о самой работе и полученных в ней результатах и выводах.

3. Новизна научных положений, выводов и рекомендаций

1. Создана обновленная версия действующей модели снежного покрова *SnoWE*, повышающая стабильность работы модели и качество выпускаемой продукции, применяющейся в качестве начальных данных для модели формирования стока *ECOMAG* и конфигурации модели ЧПП *COSMO-Ru*.

2. Создана региональная циклическая система усвоения данных о снежном покрове для получения ежедневных полей с информацией о снежном покрове для всей территории России для технологий численного прогноза погоды *COSMO-Ru*, обеспечивающая повышение качества выпускаемой оперативной прогностической продукции.

3. Выполнено моделирование формирования стока на водосборе с использованием в качестве входной информации о метеорологических характеристиках (атмосферном форсинге) доступные данные оперативных синоптических измерений, результаты численного моделирования процессов в

атмосфере, а также данные о снежном покрове. Применение данного подхода позволило решить разноплановые гидрологические задачи.

4. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научная обоснованность и достоверность положений и выводов подтверждается обработкой большого массива данных, использованием современных методов сбора и обработки гидрометеорологической информации, статистической оценкой результатов, надежностью используемого информационного обеспечения, оценкой конечных результатов с указанием степени неопределенности полученных расчетов. Достоверность расчетов и выводов подтверждается также сравнением результатов с данными прямых и дистанционных измерений характеристик снежного покрова и расходов воды в период весеннего половодья.

5. Полнота изложения материалов диссертации в публикациях соискателя

Результаты представленной диссертационной работы своевременно опубликованы в ведущих периодических изданиях, рекомендованных Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова для публикации результатов научной деятельности. Всего автором опубликовано 30 работ, 5 из которых в рецензируемых журналах, остальные — глава в коллективной монографии, тезисы и материалы различных российских и международных научно-практических конференций, на которых автор выступал с устным докладом. На основе разработанных обновлений для модели *SnoWE* были получены три свидетельства о регистрации ЭВМ в РОСПАТЕНТе. В представленных работах опубликованы основные защищаемые положения диссертации.

6. Недостатки работы, вопросы и замечания

1. В диссертации не содержится в концентрированном виде блок-схем, основных уравнений и алгоритмов рассматриваемых модельных блоков снежного покрова в моделях *COSMO-Ru* (в оригинальной и усовершенствованной версиях), *SnoWE* и *ECOMAG*. Приведение такой информации значительно облегчило бы и способствовало более глубокому пониманию сходства и различий моделей, их преемственности, необходимости усовершенствования отдельных процессов в моделях и новизны внесенных автором исследования в модель *SnoWE* модификаций.
2. Выполненные в разделе 2.5 расчеты характеристик снежного покрова для бассейна Северной Двины показали, что *ECOMAG* и усовершенствованная автором модель *SnoWE* дают достаточно близкие результаты. Автор отмечает, что «в большинстве случаев модель *ECOMAG* завышает значения характеристик снежного покрова». При этом надо иметь в виду, что
 - систематические отклонения результатов моделирования устраняются калибровкой модельных параметров, которые, по-видимому, калибровались по гидрографам стока. Использование для калибровки составных (компромиссных) критериев, учитывающих погрешности моделирования, как стока, так и характеристик снежного покрова, позволило бы устранить эти систематические ошибки;
 - в модели *ECOMAG* снегозапасы рассчитываются с учетом пространственных распределений снега по площади расчетных участков, на подсеточном уровне учитывающих неравномерность залегания снега в различных формах рельефа (на водоразделах, в ложбинах, в оврагах и т.п.), что особенно важно учитывать в периоды снеготаяния. Это с одной стороны может являться одной из причин расхождения результатов между моделями, а с другой свидетельствует о возможности усовершенствования модели *SnoWE* учетом на подсеточном уровне этого эффекта.

3. На стр. 152 говорится об использовании моделей *ECOMAG* и *COSMO-Ru* в прогностическом режиме «с введением алгоритма корректировки прогноза с учетом разности фактического и смоделированного гидрографа...», однако структура этого алгоритма и процедура его использования в диссертации не приведены. Необходимо этот вопрос осветить.
4. Полагаю не совсем корректными встречающиеся максималистские формулировки типа «...обновленная версия модели ... позволяет выполнить *точный* расчет его (снежного покрова) характеристик» стр. 73, «модель ... *точно* воспроизводит динамику развития снега» стр.75.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования.

**7. Выводы, соответствие диссертации критериям, установленным
Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова о
порядке присуждения ученых степеней.**

Диссертационная работа **Чурюлина Евгения Викторовича**, представленная на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия, представляет собой законченное научно - квалификационное исследование, выполненное под руководством доктора географических наук Н.Л.Фроловой и научного консультанта кандидата физико-математических наук И.А.Розинкиной. В нем решена важная научная и практическая проблема в области гидрометеорологии - усовершенствована версия модели снежного покрова *SnoW* в связке гидрологической модели формирования стока *ECOMAG* с метеорологической моделью *COSMO-Ru*. Полученные в работе результаты имеют большое научное и практическое значение в целях улучшения качества гидрологических и метеорологических прогнозов.

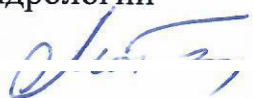
По объему исследований, научной новизне, научной и практической значимости диссертационная работа **Чурюлина Евгения Викторовича** полностью соответствует всем требованиям, установленным Московским

государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.27 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» (по географических наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель **Чурюлин Евгений Викторович** заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия».

Официальный оппонент:

Доктор географических наук, ведущий научный сотрудник,
заведующий лабораторией региональной гидрологии
ФГБУ «Институт водных проблем РАН»
МОТОВИЛОВ Юрий Георгиевич


21.11.19

Контактные данные:

тел.: +7(916)6109363, e-mail: motol49@yandex.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

25.00.27–«Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия»

Адрес места работы:

119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3,
ФГБУ «Институт водных проблем РАН»,
Лаборатория региональной гидрологии
Тел.: +7 (499) 135-54-56; e-mail: tina@iwp.ru

Подпись сотрудника




заведую.

Референт
21.11.2019.