

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
доктора географических наук Симонова Юрия Андреевича
на тему: «Прогнозирование стока рек России: научно-методические
основы и практическая реализация» по специальности 1.6.16 –
«Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия»

Диссертация Ю.А. Симонова посвящена проблеме разработки научно-методических основ оперативного гидрологического прогнозирования в нашей стране, направленных на удовлетворение возрастающих требований потребителей к номенклатуре, качеству гидрологических прогнозов, форме их представления и своевременности доведения до пользователей.

Тема диссертации и ее содержание полностью соответствуют специальности 1.6.16 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия».

Актуальность работы не вызывает сомнений и обусловлена необходимостью соответствия современным требованиям потребителей прогностической гидрологической продукции, достижение которого возможно с помощью применения научно и технологически обоснованных и верифицированных методик прогнозирования, разработки и внедрения программных средств автоматизации расчетов по этим методикам, использования всего массива доступной гидрометеорологической информации, применения геоинформационных и веб технологий, реализованных в рамках автоматизированных систем выпуска гидрологических прогнозов.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка обозначений и сокращений и списка литературы. Содержит 245 страниц текста. Список цитируемой литературы содержит 231 наименований.

Во **введении** обоснована актуальность и степень разработанности темы исследования, приводится цель, задачи работы, а также методы исследования, выносимые на защиту положения и их научная новизна.

Указывается достоверность и апробация результатов, личный вклад соискателя и практическая значимость работы.

В **первой главе** всесторонне рассматриваются постановка задачи прогнозирования речного стока и способы ее решения. Рассматриваются требования к заблаговременности речного стока, факторы, ее ограничивающие. Приводится описание математических моделей стока, используемых в оперативных гидрологических прогнозах, а также их классификация с точки зрения степени детальности описания стокоформирующих процессов, объектов моделирования, а также видом их применения. Показано, что с учетом специфики оперативных гидрологических прогнозов, в прогностической практике наиболее часто прибегают к использованию концептуальных моделей (упрощенного типа) и эмпирических моделей.

В главе даны рекомендации по выбору наиболее подходящих методик прогнозирования, исходя не только из их погрешности и эффективности, но и из интересов потребителей прогностической информации, трудовых и финансовых затрат при ее получении.

Вторая глава посвящена изложению результатов применения метода экстраполяции гидрографа, который разработан при участии автора и предназначен для краткосрочного и среднесрочного прогнозирования расходов и уровней воды. Метод экстраполяции гидрографа реализован в целях прогнозирования в течение всего года среднесуточных расходов и уровней воды в оборудованных гидрологическими постами речных створах, расположенных по всей территории России.

Приведенные данные показывают, что даже с заблаговременностью 10 суток расходы и уровни воды удовлетворительно прогнозируются более чем для 200 створов. Показано, что метод экстраполяции гидрографов оказался неприменимым для рек с малой площадью и большим уклоном водосбора, в частности, для малых горных рек.

В целях оценки прогнозируемости стока рек России методом экстраполяции гидрографа для каждого гидрологического поста определялась максимальная заблаговременность удовлетворительного прогноза, которая характеризует плавность изменения расходов воды во времени и возможность его экстраполяции. Анализировалась зависимость этого показателя от площади соответствующего водосбора и среднего уклона его поверхности.

Третья глава посвящена разработанной автором методике ежедневного краткосрочного прогнозирования среднесуточных расходов воды с использованием концептуальной модели формирования речного стока и оперативной системы численного прогнозирования погоды. Автором выполнена большая работа по адаптации гидрологической модели для многих речных бассейнов России, разработке алгоритма коррекции выходной продукции и создании методики выпуска прогнозов с использованием метеорологического прогноза.

В главе показано, что предлагаемая методика позволяет получать удовлетворительные и хорошие прогнозы среднесуточных расходов воды различной заблаговременности. Полученные результаты позволяют использовать предлагаемую методику в рамках автоматизированной системы подготовки и выпуска краткосрочных прогнозов стока рек России.

Реализация предлагаемой методики расчета и краткосрочного прогнозирования стока рек бассейна Камы позволила автору оценить влияние погрешности метеорологических прогнозов на качество прогнозов среднесуточных расходов воды, которое ухудшается по мере увеличения их заблаговременности.

Автором разработано программное обеспечение, реализующее все этапы подготовки и выпуска гидрологического прогноза в соответствии с предложенной методикой, в том числе подготовку входной гидрологической и метеорологической информации, запуск гидрологической модели, коррекцию прогноза, визуализацию всех расчетов и прогнозов. Следует

отметить, что разработанное программное обеспечение позволяет переходить к другим вариантам, использующим различные концептуальные модели формирования речного стока и системы получения метеорологических прогнозов.

В четвертой главе приводится анализ факторов, которые определяют возможности долгосрочного прогнозирования речного стока. В качестве первого такого фактора рассматривается неопределенность хода метеорологических элементов в течение периода заблаговременности прогноза. Утверждается, что по мере внедрения все более совершенных моделей формирования речного стока и в условиях отсутствия достаточно надежных сверхдолгосрочных метеорологических прогнозов этот фактор будет оставаться главным источником погрешности долгосрочных прогнозов.

Предлагается оценка влияния данного фактора для получающих все большее распространение методик долгосрочного прогнозирования, основанных на моделях формирования речного стока и использующих ансамблевый подход, который предусматривает учет наблюдавшихся в прошлом сценариев хода метеорологических элементов в течение периода заблаговременности гидрологического прогноза.

В главе приводятся примеры оценки влияния неопределенности задания метеорологических характеристик, которые позволяют сделать вывод, что предлагаемая автором оценка влияния неопределенности хода метеорологических элементов в период заблаговременности гидрологического прогноза на его погрешность в достаточной степени согласуется с условиями формирования стока рассматриваемых рек.

В качестве другого фактора, ограничивающего возможности долгосрочного прогнозирования речного стока рассматривается неопределенность пространственной изменчивости характеристик его формирования. Показано, что при использовании концептуальных моделей с сосредоточенными параметрами или рекомендуемых Руководством по

гидрологическим прогнозам, различных полуэмпирических формул, применяется осреднение характеристик формирования речного стока по территории водосбора. В связи с этим необходимо обратить внимание на то, что такое осреднение приводит к трансформации физически обоснованных формул, описывающих процессы формирования речного стока.

В **пятой главе** предложено описание разработанной под руководством автора структуры системы выпуска гидрологических прогнозов и их доведения до потребителей, при создании которой использован передовой мировой и отечественный опыт по созданию такого рода систем, выражаемый, прежде всего, в программах и региональных проектах Всемирной Метеорологической Организации, в создании которых автор принимал непосредственное участие.

Приводятся разработанные методические основы создания систем выпуска прогнозов в части научных, технических и технологических аспектов их функционирования. Показано, что с учетом объема, частоты поступления исходной гидрометеорологической информации, а также сложности применяемых методов и моделей подготовки гидрологических прогнозов такие системы должны функционировать в автоматизированном режиме, обладать возможностью обработки исходной информации, быть устойчивыми к бесперебойной работе, осуществлять подготовку прогностической продукции в современном виде с помощью веб приложения с учетом требования пользователей прогностической продукции.

В главе подробно рассмотрены вопросы реализации каждого из компонентов автоматизированных систем от баз данных до выпуска прогнозов и ее визуализации.

Показано, что для эффективного оперативного обеспечения потребителей фактической и прогностической информацией система выпуска прогнозов должна содержать блок подготовки, визуализации выходной прогностической продукции и доведения ее до конечных пользователей. Автором рекомендуется использовать ГИС и веб технологии для реализации

данного блока, что позволяет визуализировать и интегрировать в веб-приложении географическую, гидрологическую, метеорологическую, синоптическую, спутниковую геопространственную информацию.

В **шестой главе** приводятся результаты создания автоматизированных систем подготовки и выпуска гидрологических прогнозов, созданных при ведущем участии автора диссертации и внедренных в практику оперативного гидрологического прогнозирования Гидрометцентра России, в том числе «ГИС Амур» и «ГИС Волга». Системы разработаны с учетом передового международного и отечественного опыта, изложенного в рекомендациях в предыдущей главе диссертации. Разработанные системы успешно зарекомендовали себя в практике оперативных гидрологических прогнозов нашей страны.

В последние годы под руководством автора разработана автоматизированная система подготовки и выпуска краткосрочных и среднесрочных прогнозов расходов и уровней воды более чем для 2000 речных створов, расположенных практически по всей территории России. В методическом плане система основана на использовании модели формирования стока и метода экстраполяции гидрографа, которые были рассмотрены в предыдущих главах работы. Основное назначение системы заключается в поддержке принятия решений гидрологом-прогнозистом при выпуске прогноза и в случае необходимости – штормового оповещения об опасном развитии паводковой обстановки на реках.

Предлагаемая автором автоматизированная система подготовки и выпуска краткосрочных и среднесрочных прогнозов расходов и уровней воды рек России может использоваться в качестве единой для всей страны системы раннего предупреждения о паводках и наводнениях.

Каждая глава содержит подробный критический обзор предшествующих исследований по рассматриваемой в этой главе теме и завершается выводами с достаточно подробным изложением основных результатов и выводов.

В **заключении** приведены основные выводы работы и ее результаты, составляющие ее новизну, научную и практическую значимость.

Научная значимость диссертационного исследования заслуживает высокой оценки, так как оно существенно расширяет современные представления об оперативной гидрологии, а также служит основой для совершенствования системы гидрологического прогнозирования нашей страны на основе предложенных научных и методических решений.

Научная новизна полученных результатов состоит в предложенном автором принципиально новом современном, отвечающем мировому уровню развития гидрологической науки и практики научно-методическом подходе к совершенствованию системы гидрологического прогнозирования в нашей стране.

Практическая значимость состоит в том, что результаты диссертационного исследования послужили основой при разработке автоматизированных систем выпуска гидрологических прогнозов и доведения их до потребителей в бассейнах крупных рек Российской Федерации – Кубани, рек черноморского побережья Краснодарского края, Амура и Волги. Выходная прогностическая продукция разработанных автором методов и моделей используется в практике оперативных гидрологических прогнозов Росгидромета. Ряд выводов диссертационной работы лег в основу разработанных нормативных материалов Всемирной Метеорологической Организации.

Достоверность результатов исследования подтверждается верификацией предложенных методик прогнозирования и их использования в практике оперативного гидрологического прогнозирования Росгидромета в рамках автоматизированной системы выпуска прогнозов. Основные результаты работы опубликованы в ведущих научных изданиях.

Обширный список литературных источников и их детальный критический анализ показывает, насколько хорошо автор разбирается во всех вопросах, связанных с темой его диссертации.

Автореферат хорошо написан и полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертация Ю.А. Симонова хорошо изложена, оформлена и оставляет, безусловно, положительное впечатление. Однако по содержанию диссертации имеется ряд замечаний и вопросов.

1. В работе объективно рассмотрено влияние на возможности гидрологического прогнозирования неопределённостей, обусловленных пространственной изменчивостью характеристик процессов формирования стока на водосборах и ходом метеорологических элементов в период заблаговременности прогноза. Вместе с тем, проблемы, связанные с сокращением гидрометеорологической сети, уменьшением номенклатуры наблюдаемых характеристик не нашли в диссертации достаточного отражения. В частности, при прогнозе быстро развивающихся паводков главным ограничивающим фактором является, зачастую, отсутствие пунктов метеорологических и гидрологических наблюдений в горных частях бассейнов рек.

2. Представляется, что при оперативном прогнозировании опасных гидрологических явлений, прежде всего максимальных расходов и высших уровней воды, перспективным является использование данных, получаемых с ДМРЛ. К сожалению, в диссертации отсутствует анализ современной практики и перспектив использования этих данных при гидрологическом прогнозировании.

Вместе с тем указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.16 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и оформлена

согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Симонов Юрий Андреевич заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.16 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия».

Официальный оппонент:

доктор географических наук,
главный научный сотрудник отдела
водных ресурсов ФГБУ «Государственный
гидрологический институт»

ГЕОРГИЕВСКИЙ Владимир Юрьевич  «01» ноября 2023 г.

Контактные данные:

Тел.: +7(812)323-35-19, e-mail: georg@ggi.nw.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
25.00.27 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия»

Адрес места работы:

199004, г. Санкт-Петербург, 2-я линия В.О., д. 23,
ФГБУ «Государственный гидрологический институт»

Тел.: +7(812)323-35-17, e-mail: priem@ggi.nw.ru

Подпись сотрудника отдела водных ресурсов ФГБУ «Государственный гидрологический институт» В.Ю. Георгиевского удостоверяю:

Ученый секретарь ФГБУ «Государственный
гидрологический институт» Балонишникова Ж.А.

01.11.2023 г.

