

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ФГБУН Института географии им. В.Б. Сочавы Сибирского  
отделения Российской академии наук



И.Н.Владимиров

30 сентября 2019 г.

### **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу **Лупакова Сергея Юрьевича** «Влияние изменений режима осадков на паводковый сток бассейна р.Уссури: оценка на основе динамико-стохастического моделирования», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Диссертация объемом 215 страниц включает введение, шесть глав, заключение и 12 приложений. В тексте приводится 55 иллюстраций (включая картографические схемы), где визуализированы основные результаты исследования, и 22 таблицы. Список литературы включает 190 наименований, из них 99 – англоязычные источники.

Во **введении** обосновывается актуальность работы, формулируются цели, задачи и предмет исследования, дается характеристика научной новизны, практической значимости. Приводятся защищаемые положения, достоверность и обоснованность результатов, сведения об апробации работы и основных результатах исследования.

**В первой главе** охарактеризована локализация в пределах юга Дальневосточного региона России объекта исследований (бассейн р.Уссури до створа п.Кировский в целом и несколько малых рек в его пределах), дается его комплексная физико-географическая характеристика, описание гидрологического режима, изученности, обоснование выбора объекта, приведена информация об используемых в исследовании данных метеорологических и гидрологических наблюдений. Также в данной главе приводятся сведения о речных наводнениях как мировой проблеме, описаны особенности формирования дождевых наводнений на Дальнем Востоке, кратко обосновано наличие проблемы и постановка проблематики исследования.

**Во второй главе** автор выполнил статистический анализ данных режимных многолетних метеорологических и гидрологических наблюдений в пределах и вблизи исследуемого бассейна. В работе автором использованы ряды стандартных наблюдений в пунктах Росгидромета, преимущественно охватывают в среднем 50–60 лет. Применена критериальная оценка трендов в рядах данных о температуре воздуха, осадках и стоке

исследуемых рек.

Полученный результат свидетельствует о том, что потепление уже затронуло юг Дальнего Востока: все характеристики температуры воздуха растут, за исключением среднемесячных температур июля и августа. Сток растет в январе, феврале и марте, уменьшается в июне. При этом режим осадков можно считать на данный момент неизменным. На основе результатов анализа сделан вывод о возможности считать, что исторические ряды наблюдений за стоком в исследуемом бассейне отражают в целом стационарный гидрологический режим в пределах исследуемого летне-осеннего паводкового периода (с июня по сентябрь). Это имеет принципиальное значение при параметризации и верификации используемых моделей, а также при разработке сценариев численных экспериментов при динамико-стохастическом моделировании стока.

**В третьей главе** диссертантом дается общее понятие о динамическом и динамико-стохастическом моделировании стока, приводится обзор применяемых в гидрологии современных моделей, формулируется общий подход к решению поставленных задач. Более подробно характеризуется основной инструментарий моделирования стока, используемый автором. Это разработанная д.г.н. Б.И. Гарцманом модель паводочного цикла малого речного бассейна (Flood Cycle Model, FCM), применение которой для решения задач, поставленных в работе, диссертант подробно обосновал. Ограничением для использования FCM является её применимость только к малым речным бассейнам. Для моделирования стока в замыкающем створе р.Уссури-п.Кировский использована модель, основанная на известной схеме «бассейнов-индикаторов», в качестве которых используются малые бассейны, для которых реализована FCM. Эта модель разработана для краткосрочного прогнозирования стока р.Уссури и в течение ряда лет успешно используется в оперативной практике.

**В четвертой главе** подробно описаны процедуры и результаты параметризации выбранных гидрологических моделей для исследуемых объектов. Достаточно полно и подробно исследована чувствительность стоковой модели FCM к изменениям входных потоков данных, параметров и начальных условий моделирования, что дало обоснование принципиальной последовательности решения задач при исследованиях влияния изменений климата и ландшафтов на режим дождевого паводочного стока в регионе. Проведен ряд численных экспериментов, связанных с простейшим вариантом задания будущих предполагаемых условий увлажнения - трансформацией данных об осадках. В результате получена апробация основных модельных компонент и общей схемы численного эксперимента при динамико-стохастическом сценарном моделировании характеристик паводкового стока р. Уссури – норм максимального расхода воды и

суммарного слоя стока за летне-осенний паводковый период (с июня по сентябрь).

**Пятая глава** посвящена адаптации стохастической модели осадков SFRWG для получения искусственных реализаций суточных осадков на исследуемой территории. Существенной инновацией здесь является использование автором в алгоритме «генератора осадков» региональной типизации внутригодового распределения стока, что позволило получить существенное улучшение статистических свойств модельных рядов осадков при минимальных изменениях алгоритма моделирования. Описана процедура усовершенствования модели, показаны её преимущества по сравнению с исходной версией. Проведен ряд сценарных расчетов характеристик максимального стока, основанных на применении стохастической модели осадков.

**Шестая глава** содержит результаты применения сценариев, основанных на данных глобальных климатических моделей и приведении (downscaling) этих данных к региональному масштабу и особенностям. Результаты исследования доведены до модельных оценок не только норм характеристик паводкового стока, но и значений различных уровней обеспеченности, принятых в практике инженерно-гидрологических расчетов. Эти последние оценки, выполненные на основе данных ансамбля глобальных климатических моделей, наиболее близки к прогнозу режимных гидрологических характеристик исследуемых бассейнов на перспективу 50-100 лет. При этом диссертантом подчеркивается скорее методическая, чем реально прогностическая, ценность полученных результатов, поскольку точность и надежность перспективных гидрологических оценок критически обусловлены качеством прогнозирования будущего климата.

В завершение диссертации приведено **заключение**, содержащее три позиции, раскрывающие основные результаты выполненного исследования.

В 12 **приложениях** диссертант дает подробное изложение алгоритмов основной применяемой модели FCM, а также исчерпывающим образом представляет результаты статистического анализа данных и разнообразных численных экспериментов. Таким образом, материалы, по необходимости включенные в основной текст диссертации фрагментарно либо в виде сводок и обобщений, являются доступными для читателя в своем первичном виде.

Результаты работы автора изложены в ряде публикаций по данной теме, в том числе – в 3-х статьях в профильных рецензируемых журналах из списка, рекомендованного ВАК РФ, а также устными сообщениями на всероссийских и международных конференциях и семинарах.

Оценивая представленное диссертационное исследование в целом, следует особо подчеркнуть её научную **актуальность**. В условиях глобальных климатических

изменений и их региональных проявлений разработка методов долгосрочного прогнозирования состояния природной среды и её компонентов становится чрезвычайно важной для создания и совершенствования стратегий устойчивого развития регионов и адаптации различных форм деятельности человека. Существенным компонентом природной среды являются речные системы, а природные воды (в особенности речной сток) являются одним из важнейших естественных ресурсов, с одной стороны, и, с другой, — источником разрушительных явлений, приносящих колоссальный материальный ущерб.

Знание особенностей динамики стока в обозримом будущем позволяет выработать комплекс мероприятий, снижающих масштаб и степень негативных гидрологических процессов, особенно в таких слабоосвоенных и малоизученных регионах, как Дальний Восток России. Разработке новых методов получения такого знания и прогнозным оценкам ряда важных характеристик максимального стока для конкретной территории – бассейна р. Усури – посвящена данная диссертационная работа.

Задачи, сформулированные автором в диссертации, соответствуют цели исследования. Несомненным достоинством работы является сочетание детерминированных и стохастических моделей при исследовании гидрометеорологических процессов на заданной территории в недавнем прошлом и на обозримую перспективу, с учетом имеющихся климатических проекций. Для рассматриваемого региона такое исследование выполнено впервые, при этом диссертант последовательно выполнил верификацию региональной концептуальной модели стока, региональную адаптацию упрощенной стохастической модели осадков, максимально «аккуратное» формирование региональных сценариев будущего климата на основе расчетных данных глобальных климатических моделей.

Таким образом, при оценке работы можно отметить не только хорошее качество отработки технических аспектов динамико-стохастического моделирования, но и высокую **степень географичности** исследования, что выражается в детальном учете региональных особенностей изучаемых процессов – на уровне не только параметров, но и алгоритмов моделирования. Это, несомненно, повышает надежность полученных результатов. В целом, методические результаты исследования, как признает и сам автор, представляются наиболее ценными.

По результатам как анализа фактических данных, так и обобщения вычислительных экспериментов автором получен нетривиальный вывод о непропорциональном отклике речных систем на изменения региональных условий увлажнения: относительно небольшое (в %) повышение осадков летне-осеннего периода — даже с учетом роста испарения в

условиях потепления — приводит к росту значений норм максимального суточного расхода и слоя стока за сезон в разы большему (также в %). Автор объясняет это спецификой механизмов формирования именно дождевого паводкового стока. Ценным и перспективным результатом работы представляется также отмеченное выше использование автором в простейшем алгоритме стохастической модели осадков, основанном на известном «методе фрагментов».

Основные результаты исследования получены для исследуемого бассейна р.Уссури – п.Кировский, однако могут быть распространены, с необходимыми коррективами, на территорию юга Дальневосточного региона России. В результате работы: уточнены оценки наличия трендов в рядах гидрометеорологических данных для исследуемого региона, проанализирован характер фактически происходящих изменений климата; отработана методика анализа изменений гидрологических характеристик (максимального расхода и суммарного слоя стока за летне-осенний период) при климатических изменениях на региональном уровне; получены оценки изменения исследуемых стоковых характеристик под влиянием роста осадков и температур летне-осеннего паводкового периода, прогнозируемого по ансамблю GCM. Перспективы работы связаны с расширением географии исследуемых объектов и применением совершенствующихся ныне модельных компонент, и, в особенности, с прогрессом в области прогнозирования климатических изменений на перспективу 50-100 лет.

Полученные автором результаты могут быть **использованы** при уточнении нормативной документации, касающейся управления водохозяйственными системами территории юга российского Дальнего Востока и строительства гидротехнических сооружений длительного функционирования в регионе.

**Автореферат и публикации автора полностью отражают содержание диссертации.**

По содержанию диссертационной работы имеются некоторые **замечания**.

1. Представленная в разделе 2.3 оценка региональных климатических изменений выполнена на основе статистического анализа относительно небольшого числа рядов наблюдений метеорологических станций и гидрологических постов, с данными лишь по температуре воздуха, осадкам и стоку рек. Результаты оценки не представлены в виде достаточно полного и убедительного авторского взгляда, какой же климат ожидается на рассматриваемой территории в пределах ближайших 50-100 лет. Не вполне удачным выглядит решение автора поместить таблицы с результатами критериального анализа рядов в приложение, из-за чего эта информация оказалась оторванной от текста раздела.

2. В разделе 5.3 описывается формирование сценариев будущего климата для

выполнения численных экспериментов, несколько более развитых и реалистичных, чем «простейшие» (по терминологии автора), получаемые на основе несложных трансформаций имеющихся рядов фактических наблюдений. В частности, учет возможного роста испарения в будущем основан только на росте температуры воздуха, не рассматривая влияние других метеорологических характеристик (влажности воздуха, радиационного баланса, скорости ветра). Не является ли такой подход чрезмерным упрощением?

3. Следующее замечание касается конечного результата работы – оценочных значений характеристик максимального стока расчетных обеспеченностей. При постановке исследования автор обосновал возможность ограничиться при первичном оценивании климатообусловленных изменений режима паводкового стока лишь одним статистическим параметром – нормой. В дальнейшем при выполнении численных экспериментов для различных сценариев анализ результатов неизменно ограничивается нормами максимального расхода и суммарного слоя стока за паводковый период. В последних же разделах главы 6 автор переходит к изложению и анализу результатов оценивания квантилей упомянутых характеристик различной обеспеченности, в том числе редкой повторяемости. Здесь наблюдается некоторое противоречие, комментарии же автора относительно возможности такого перехода и надежности оценок квантилей редкой повторяемости представляются недостаточными.

4. Неудачна формулировка положения 3 «Относительный (в %) рост норм максимальных расходов и суммарного слоя стока за июнь-сентябрь может кратно превышать относительный рост нормы сезонных осадков, что указывает на возможность быстрого возрастания паводковой опасности в регионе в перспективе 50–100 лет». Как именно это увеличит паводковую опасность? Судя по всему, осадки в настоящее время не меняются значимо.

5. Неясен вывод в гл. 2 что «Перераспределение стока может увеличивать и его годовую сумму, за счет того, что большая его доля формируется в условиях пониженного испарения». Так может или увеличивает? Судя по Таблице трендов Приложения 1 - не увеличивает, за исключением 1-го гидрологического поста из 9.

6. Формулировка вывода «Оценено преобладающее влияние метеорологических переменных (осадки и испарение) на стоковые характеристики» тривиальна.


7. Имеются опiski (например, разд. 6.2. в автореферате «Ряд осадков длиной 15000 лет». В оглавление (содержание) диссертации включена только часть разделов третьего уровня выделения. Названия некоторых разделов представляются не вполне соответствующими их содержанию (напр. 2.3, 4.3.2).

Несмотря на указанные недостатки, общее мнение о работе положительное. Диссертация полностью **соответствует** «Положению о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ №842 от 24.09. 2013 г. Работа С.Ю. Лупакова является актуальной в теоретическом и прикладном отношении. Оригинальность и новизна ее не вызывает сомнений, полученные результаты имеют научную ценность, в том числе и в смежных областях географических дисциплин. Защищаемые положения диссертации убедительно обоснованы.

Диссертационная работа С.Ю. Лупакова, безусловно, **вносит определенный вклад в развитие** географического направления гидрологии суши, заслуженно претендует на определенную методическую новизну. **В целом** диссертация Сергея Юрьевича Лупакова «Влияние изменений режима осадков на паводковый сток бассейна р.Уссури: оценка на основе динамико-стохастического моделирования» выполнена на современном теоретическом уровне, имеет значительную практическую ценность и **соответствует требованиям**, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор вполне **достоин** присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен на заседании Ученого совета ИГ СО РАН протокол № 6 от 18 сентября 2019 г. и утвержден в качестве отзыва ведущей организации.

Главный научный сотрудник  
ФГБУН ИГ СО РАН СО РАН  
доктор географических наук, профессор  
Корытный Леонид Маркусович  
664033. г. Иркутск, ул Улан-Баторская, 1  
Тел. 8914 8823151  
Эл. почта [kor@irigs.irk.ru](mailto:kor@irigs.irk.ru)

 Л.М.Корытный

Подпись  ЗАВЕРЯЮ  
ЗАМ. ДИРЕКТОРА \* А. А. СОРОКОВОЙ

Я, Корытный Леонид Маркусович, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

30 сентября 2019 г.

Старший научный сотрудник  
ФГБУН ИГ СО РАН СО РАН  
кандидат географических наук  
Кичигина Наталья Витальевна  
664033. г. Иркутск, ул Улан-Баторская, 1  
Тел. 89086566640  
Эл. почта [nkichigina@mail.ru](mailto:nkichigina@mail.ru)

 Н.В.Кичигина

Подпись  ЗАВЕРЯЮ  
ЗАМ. ДИРЕКТОРА \* А. А. СОРОКОВОЙ

Я, Кичигина Наталья Витальевна, даю своё согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

30 сентября 2019 г.