

## О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Куасси Куаме Модест «Сценарная оценка долгосрочных изменений вероятностных характеристик многолетнего стока Юго-Западной Африки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

Диссертация посвящена разностороннему анализу вероятностных характеристик гидрологических величин на территории Юго-Западной Африки. Работа отличается многоаспектным подходом к поставленным задачам и стремлением найти практические выходы из их решения.

Первая часть работы – традиционная, состоящая в подробном физико-географическом описании материка Африки, включая рельеф, температурно-влажностный режим, обусловленные циркуляцией атмосферы и географическим положением отдельных регионов по отношению к траекториям преобладающих воздушных потоков.

Основная цель диссертации – формирование информационно-технологической базы для оценок будущих гидрологических характеристик при изменении климата в Юго-Западной Африке. Поставлена также задача выявления географических закономерностей формирования аномально опасных зон многолетнего годового речного стока в этой части континента.

Решение основных задач потребовало решения ряда частных задач. Это:

- формирование метеорологических баз данных по осадкам и приземной температуре воздуха;
- формирование рядов годового стока и расчет стандартных гидрологических характеристик.

Автор рассматривает две основные проблемы: оценка современного состояния гидрометеорологического режима Юго-Западной Африки, включающей 35 государств, и прогноз её будущего режима на середину XXI века (2039–2070 гг.). Диссертант отобрал четыре климатических сценария: SRABI, SRA2, SRBI и Commit. Первые три сценария автор назвал



политическими, четвертый – не политическим. (Желательно, чтобы автор пояснил причину такого разделения).

Нормы осадков и температуры автор использовал по модели HadCM3. Статистические характеристики гидрологических величин диссертант рассчитывал самостоятельно.

Одна из центральных задач диссертации – создание устойчивой модели формирования стока. Следуя теоретическим работам В.В. Коваленко, автор использует для этого уравнение Фоккера–Планка–Колмогорова, которое считается базовой моделью гидрологии. Оно позволяет решить гидрологические проблемы, связанные с последствиями изменения климата и выявлением антропогенных воздействий на водный режим речных бассейнов.

По объему выполненных оценок наибольшее место в диссертации уделено расчету начальных моментов вероятностных оценок гидрологических характеристик (норм, коэффициентов вариации, коэффициентов асимметрии и автокорреляции), необходимых для расчета многих гидрологических параметров, в частности, их прогностических значений. Оценена статистическая значимость вероятностных гидрологических характеристик по Стьюденту и Фишеру.

Очень большое место в работе отведено картированию вероятностных гидрологических характеристик. Приведены карты модуля стока, коэффициентов вариации, отношения коэффициента вариации к коэффициенту асимметрии и др. Расчет и построение карт связаны с определенными трудностями, так как в Юго-Западной Африке на речных бассейнах можно использовать всего 114 пунктов наблюдений, которые имеют продолжительные ряды, отвечающие требованиям однородности. Для некоторых рядов был использован метод гидрологической аналогии.

Следует отметить, что ресурсы поверхностных вод в Африке значительно меньше, чем на других континентах. Здесь уже четыре



десятилетия наблюдаются засухи и отмечается снижение стока рек в регионе (за счет наступления человека на леса и саванну).

Работа обильно дополняется многочисленными таблицами, содержащими ряды исходных и рассчитанных гидрологических характеристик.

С климатическими сценариями связана возможность не только получить прогнозы гидрологических полей в будущем, но и оценить последствия изменения климата для ряда водозависимых отраслей экономики.

Удивляет число подготовленных карт. Они рассчитаны не только на базе четырех сценариев, но относятся ко всем первым моментам распределения. Однако многие карты почти не различаются. Например, регионы аномальных норм стока и карты коэффициентов вариации с нанесенными гидротехническими сооружениями практически идентичны (рис. 4.9 и 4.10). То же относится к рис. 4.3 и 4.4, которые фактически повторяют друг друга. Очевидно, что в таких случаях достаточно было указать на различия карт, не дублируя их. Кроме того, на некоторых картах выделяются области сильного сгущения изолиний, которые могут иметь как естественное, так и искусственное происхождение (недостаточный анализ исходной информации). Желательно было бы пояснить эти сгущения, где возможно.

Безусловно положительная сторона диссертации – оценка степени устойчивости начальных моментов вероятностных распределений многолетнего годового стока. При этом имеется в виду физическая, а не статистическая устойчивость. Этот подход может использоваться в смежных областях науки, например, в климатологии.

В последней части работы решаются конкретные практически важные вопросы. Приведены карты норм осадков и температуры воздуха по территории Юго-Западной Африки, рассчитанные по всем сценариям на период с 2040 по 2069 г. Согласно прогнозу, понизится норма осадков в



Западной Африке в среднем на 11 %, а норма средней годовой температуры воздуха значительно увеличится (особенно в бассейне р. Конго). Для Южной Африки по 4-м климатическим сценариям в течение 2040–2070 гг. осадки уменьшатся от 3 % до 12 % (в зависимости от сценария). Температура повысится на 1,4–3,2°C. Это создает существенную угрозу для эффективной эксплуатации гидротехнических сооружений, расположенных в бассейнах рек Конго, Лимпопо и в верхнем течении р. Нигер.

Еще один практически важный решенный вопрос – оптимизация гидрологической сети в Южной и Западной Африке. Используя методику И.Ф. Карасёва, диссертант рассчитал оптимальную плотность сети пунктов наблюдения, которая была бы достаточна для получения надежных репрезентативных данных. Рассмотрено несколько критериев (градиентный, корреляционный, репрезентативный), позволяющие решить эту важную задачу. При этом диссертант пришел к одному нетривиальному выводу: потепление климата позволит разрядить сеть гидрологических постов на 10–30%. Особенно это касается ЮАР, где в настоящее время реальная сеть существенно плотнее, чем требуется по критериям.

Из замечаний по диссертации отметим следующее.

В диссертации затронут ряд вопросов, которые на сегодняшний момент являются новыми, а с другой стороны – не вполне освоенными. К ним относятся фрактальная диагностика, частично инфинитное моделирование, модель формирующего фильтра, интенсивность внешнего белого шума и др. Вероятно, надо было либо не затрагивать эти вопросы, либо более доходчиво на примерах пояснить суть и преимущество использованных понятий.

В целом диссертация Куасси Куаме Модест представляет собой большую и практически важную работу, выполненную на современном уровне с учетом современных тенденций изменения климата и гидрологического режима на территории Юго-Западной Африки.

Основные результаты диссертации опубликованы в 11 работах, из них три – в изданиях, рекомендуемых ВАК.

Рецензируемая диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук.

Рецензент: зав. лаб., д.г.н. *А. Мещер*

Анна Васильевна Мещерская

*09.08.2015*

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Главная геофизическая обсерватория  
им. А.И. Воейкова»  
тел. 297-86-88  
e-mail: avmeshcher@mail.ru

Подпись руки А. В. Мещерской **заверяю**

Ученый секретарь ФГБУ «ГГО»



Е. Л. Махоткина