

#### Отзыв официального оппонента

на диссертацию **Морейдо В. М. «РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ АНСАМБЛЕВОГО ПРОГНОЗА ХАРАКТЕРИСТИК СЕЗОННОГО РЕЧНОГО СТОКА (НА ПРИМЕРЕ ПРИТОКА ВОДЫ В ЧЕБОКСАРСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ)»**, представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Исследование особенностей формирования стока рек в современных климатических условиях – важная в научном и практическом отношении задача. Не менее актуальным является и разработка современных методов прогноза характеристик сезонного стока для слабоизученных речных водосборов.

До недавнего времени методической основой долгосрочных прогнозов сезонного стока служили эмпирические зависимости стоковых характеристик от небольшого числа предикторов, чаще всего от метеорологических факторов. При современных изменениях климата подобные зависимости становятся мало эффективными, что приводит к снижению оправдываемости долгосрочных прогнозов стоковых характеристик. В связи с этим, разработка новых средств для прогнозов стока рек становится чрезвычайно актуальной. В работе В.М. Морейдо предлагается другая методическая основа для долгосрочных прогнозов - математические модели формирования речного стока, описывающие разнообразие гидрологических процессов в речном бассейне с использованием информации о природных особенностях бассейна и имеющихся данных гидрометеорологических наблюдений сети мониторинга, в также полученных с помощью стохастических моделей метеорологических воздействий на речной водосбор(стохастических генераторов погоды).

Дополнительные возможности расширения информационного содержания прогнозов связаны с переходом от традиционных детерминистических к ансамблевым прогнозам, результаты которых могут быть представлены в вероятностной форме, с учетом различных источников ошибок прогнозов. Ансамблевый гидрологический прогноз позволяет разработать более гибкий режим управления водноресурсными системами, так как дает возможность оценить степень риска при вероятных ошибках долгосрочного прогноза.

В рецензируемой работе, на основе физико-математической модели формирования речного стока, разработана методика ансамблевого долгосрочного (заблаговременностью 3 месяца) прогноза характеристик весеннего и летнего притока воды к Чебоксарскому водохранилищу, с учетом неопределенности метеорологических условий за период заблаговременности прогноза.

Научная новизна работы состоит в следующем:

1. Разработана эффективная методика ансамблевого прогноза объемов весеннего незарегулированного(бокового) притока воды в Чебоксарское водохранилище, максимального расхода, числа дней с характерными расходами на основе модели формирования стока ЕСОМАГ, по метеорологическим данным наблюдений на сети Росгидромета.
2. Разработана методика и предложены методы верификации результатов проверочных ансамблевых прогнозов весеннего притока воды в Чебоксарское водохранилище, представленных в детерминистической и вероятностной формах, на основе модели формирования стока с учетом неопределенности метеорологических условий за период заблаговременности прогноза (3 месяца).
3. Разработана и оценена методика ансамблевого долгосрочного прогноза характеристик летнего (с 1 июня по 31 августа) притока воды в Чебоксарское водохранилище, на основе модели формирования стока и с использованием различных способов задания ансамбля метеорологических условий за период заблаговременности прогноза.

4. Разработан и верифицирован стохастический генератор погоды позволяющий рассчитывать методом Монте-Карло многолетние искусственные временные ряды метеорологических переменных с суточным шагом (осадков, температуры и влажности воздуха) с учетом временной и пространственной статистической связи между указанными переменными.

4. Разработана динамико-стохастическая модель формирования снежного покрова, позволившая описать особенности пространственной изменчивости и связности полей характеристик снежного покрова в бассейне Чебоксарского водохранилища.

Общее мнение о выполненном исследовании:

- система прогноза сезонного стока рассмотрена чрезвычайно детально;
- используется целый ряд нетрадиционных критериев оценки эффективности прогнозов стоковых характеристик;
- рассмотрены характеристики весеннего половодья и меженного стока формирующиеся различными наборами факторов (предикторов);
- очень важным результатом является разработка методики моделирования полей метеорологических элементов с учетом их пространственной связности;
- особый интерес вызывают результаты параллельного анализа результатов, полученных по двум схемам: 1) когда для прогноза стока соответствующий ансамбль сценариев задается по данным имеющихся метеорологических наблюдений; 2) при которой ансамбль возможных метеорологических сценариев на период заблаговременности прогноза рассчитывается с помощью стохастического генератора погоды;

По диссертации имеются некоторые замечания и пожелания:

- в работе использовались данные наблюдений не всей сети мониторинга, а только отдельных метеостанций на водосборе Чебоксарского водохранилища (неполные ряды можно было использовать хотя бы частично, например, для проверки качества прогнозов).
- в работе, на наш взгляд, недостаточно проанализированы некоторые полученные автором результаты, в частности нет объяснений случаям с большими ошибками прогноза в меженный период. Ухудшение качества расчетов, по сравнению с расчетами весеннего стока, автор объясняет меньшей природной изменчивостью характеристик летнего стока. При этом, ошибки для минимального расхода все отрицательные. Причиной таких различий может быть то, что при расчетах по гидрологической модели используется очень редкая сеть метеостанций, которая «пропускает» ливневые дожди летнего периода;
- не описано соответствие интегральных функций распределения прогнозных значений стоковых характеристик, полученных по ансамблю наблюдаемых и сгенерированных рядов метеорологических характеристик;
- в работе, к сожалению, не выполнено сравнение результатов прогнозирования притока воды к водохранилищу по разработанной автором схеме и по методике, используемой в Гидрометцентре РФ;

Указанные выше замечания и пожелания не влияют на содержание рецензируемой работы и не меняют высокой оценки диссертации В.М. Морейдо. Диссертация написана на высоком методическом и теоретическом уровне и представляет собой фундаментальное научное исследование в области моделирования и прогнозирования речного стока.

Выносимая автором на защиту методика расчета сезонного стока может применяться в практике гидротехнического и водохозяйственного проектирования, при планировании рационального использования водных ресурсов, защите земель от наводнений, а также как нормативный и справочный документ по гидрологическим расчетам для различных рек. Отдельные методические разработки автора уже использовались при практическом решении задач в рамках ФЦП « Развитие водохозяйственного комплекса РФ в 2012-2020 годах ».

Рецензируемая работа - законченное самостоятельное исследование, имеющее научное, методическое и практическое значение, в которой на основе динамико-стохастической модели разработана, и на примере Чебоксарского водохранилища реализована новая методика ансамблевого долгосрочного прогноза притока воды к водохранилищу. Полученные

результаты новые и оригинальны., математически обоснованы, проверены на независимом фактическом материале, что гарантирует их достоверность. Автореферат в полной мере отражает содержание работы.

Диссертация В.М. Морейдо вполне может быть квалифицирована как работа, соответствующая требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям., а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Официальный оппонент:  
кандидат географических наук,  
доцент кафедры гидрологии суши  
Географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова  
Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д.1,  
Географический факультет.  
Эл. почта: [vajouk@mail.ru](mailto:vajouk@mail.ru), раб.т – (495)939 15 33; моб.т.-+7 903 5892095.

В.А.Жук

Подпись руки заверяю

Декан географического факультета МГУ,  
Член-корреспондент РАН



С.А.Добролюбов