

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук Фролова Анатолия Васильевича на диссертационную работу Исмайловой Ирины Габилловны «Оценка и прогнозирование элементов водного баланса речного бассейна в условиях нестационарности климата», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология в диссертационный совет 35.2.030.07 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Актуальность темы. Рациональное использование водных ресурсов базируется, в первую очередь, на научно-обоснованной информации о пространственно-временных закономерностях водных балансов речных бассейнов. В современных условиях, водные балансы формируются под влиянием климатических условий и антропогенных воздействий. В конечном счете, именно водный баланс определяет допустимый диапазон использования водных ресурсов речного бассейна. Существенное значение имеет представление о водном балансе как о характеристике гидрологической системы – речного бассейна. Речной сток рассматривается как выходной процесс этой системы, сформированный взаимодействием компонент водного баланса бассейна. Разработка и совершенствование методов оценки водного баланса на основе учета всех основных его составляющих представляет собой одну из актуальных задач современной гидрологии. Результаты решения этой задачи имеют существенное научное и прикладное значение. В рецензируемой диссертации в качестве основного предмета исследования исследуется водный баланс р. Волги, имеющий ключевое значение при моделировании и прогнозе многолетних колебаний уровня Каспия.

Отметим, что в современных гидрометеорологических наблюдениях наиболее достоверно определяемым элементом водного баланса речного бассейна, независимо от его пространственных масштабов, является речной сток. Точность измерения годового стока оценивается в большинстве случаев

примерно в 5-10%. Оценки характеристик атмосферных осадков, определяющие величину и характер увлажнения речного бассейна, базируются на инструментальных измерениях и поэтому рассматриваются как относительно точные. В отличие от упомянутых элементов водного баланса, инструментальных оценки характеристик испарения с крупных речных бассейнов и бассейновых влагозапасов в настоящее время практически невозможны. Рецензируемая диссертационная работа посвящена совершенствованию методики оценки водного баланса речного бассейна в условиях недостаточности данных наблюдений об испарении с речных бассейнов и бассейновых влагозапасов. На основе этой методики осуществлен прогноз притока речных вод в характерных створах рек волжского бассейна. В качестве информационной базы, автор использует общедоступную гидрометеорологическую информацию, публикуемую в серийных гидрологических и метеорологических изданиях, а также научно-прикладных справочниках, включающих в себя многолетние изменения элементов водного баланса, измеряемых на водобалансовых станциях. Объектом исследования выступает бассейн р. Волги как гидрологической системы, в общем случае, с нестационарным водным балансом. На основе модели этого баланса выполнено прогнозирование притока речных вод в зоне формирования в створе г. Волгограда для ближайшей и отдаленной перспективы.

Структура и содержание работы. Диссертация содержит введение, четыре главы основного текста, заключение, список литературы и приложение, изложена на 197 страницах, включая 38 таблиц и 24 рисунка. Библиография включает 176 наименований, в том числе 11 источников на иностранном языке. Общая структура работы возражений не вызывает, поскольку она предопределена составом исследования.

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, даётся оценка её разработанности, определены цели и задачи, отмечены научная

новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов. Приведены сведения о структуре и объёме диссертации.

В первой главе – «Актуальные проблемы и задачи общей и инженерной гидрологии, связанные с изменениями водного баланса речных бассейнов» приведен аналитический обзор развития водно-балансовых исследований в России и за рубежом. Рассматриваются особенности формирования элементов водного баланса речного бассейна в изменяющихся природных и антропогенных условиях. Показано, что одной из главных проблем современной гидрологической науки является проблема управления водными балансами речных водосборов. Ее решение непосредственным образом связано с установлением причин изменения элементов водного баланса речных водосборов. Анализ и оценка современного состояния водно-балансовых исследований позволила автору сформулировать задачи исследования, которые были решены в данной диссертационной работе.

Во второй главе – «Совершенствование методов вычисления ЭВБ и теоретические основы предлагаемой методики» – дана математическая постановка, исходные условия и результаты расчета по алгоритму определения трудно измеряемых годовых и сезонных величин испарения с поверхности суши речного бассейна и бассейновых влагозапасов. Методика реализуется с учетом нестационарности колебаний составляющих водного баланса, с использованием наиболее достоверно определяемых данных по речному стоку и атмосферным осадкам.

Предлагаются два подхода решения поставленной задачи.

Первый подход предполагает участие всех осадков текущего года в формировании стока, испарения и бассейновых влагозапасов этого года.

Второй подход учитывает возможность участия в формировании речного стока, кроме осадков текущего года, осадки за предшествующие несколько лет. При таком подходе, при некоторых условиях, налагаемых на статистические свойства процессов многолетних колебаний осадков и

испарения по территории речного бассейна, многолетние колебания речного стока можно рассматривать как реализации марковского процесса.

Для проведения соответствующих исследований соискатель сформировала информационную базу для бассейна р. Волги. Эта база состоит из длительных (более 100 лет) рядов данных по речному стоку, атмосферным осадкам и испарению на территории речного водосбора, изменению бассейновых влагозапасов. Бассейн р. Волги рассматривался как гидрологическая система, модель которой была применена для изучения закономерностей формирования элементов водного баланса. В этой же главе анализируются сценарии возможного техногенного изменения климата и его влияния на водный баланс бассейна р. Волги.

В третьей главе – «Исследование многолетних и внутригодовых колебаний элементов водного баланса бассейна р. Волги в условиях меняющегося климата и динамики водопотребления в XX веке» – выполнен сравнительный анализ связей изменения составляющих водного баланса при различных сценариях возможных изменений современного климата. Установлены характерные закономерности гидрологических процессов отдельных периодов XX века. Далее, опираясь на созданную соискателем информационную систему, были получены системы уравнений связи стока р. Волги в створе г. Волгограда во времени для различных сценариев изменений регионального климата. Системы уравнений послужили основанием для разработки методики прогнозирования притока речных вод как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе.

Четвертая глава – «Прогноз речного стока реки Волги в зоне формирования у Волгограда в XXI веке» – посвящена главным образом вопросам оценки нестационарности в многолетних колебаниях речного стока, имеющей существенное значение при прогнозировании и управлении водными ресурсами речного бассейна. Были рассмотрены два варианта климата в бассейне: а) стационарного и б) нестационарного, вызванного антропогенными воздействиями. Применительно к этим вариантам,

соискателем был предложен прогноз среднемноголетнего стока р. Волги в створе г. Волгограда. Для повышения достоверности прогнозных соответствующих оценок, были применены различных способы: статистический, основанный на уравнениях зависимости речного стока от климатических факторов, метод тенденций и динамико-стохастический подход.

В заключении сформулированы выводы по результатам исследований, отражающие основные позиции проведенных соискателем исследований.

Основные результаты работы, имеющие элементы новизны. Представленная диссертация вносит значительный вклад в совершенствование методов анализа и прогноза межгодовой и сезонной изменчивости и взаимосвязи элементов водного баланса среднего и крупного речного бассейна. Конкретные элементы новизны, которые выносятся на защиту, заключаются в следующем:

- Усовершенствована методика оценки элементов водного баланса крупного речного бассейна, которая позволяет по-новому подойти к анализу и оценке закономерностей межгодовой и сезонной изменчивости, основных составляющих водного баланса и степени их взаимосвязи.
- Для бассейна р. Волги осуществлена оценка годовых величин атмосферных осадков, речного стока, испарения с поверхности речного водосбора и изменения бассейновых влагозапасов за более чем 100 – летний период (1891/92 – 2020/2021 гг., $n=130$ лет).
- Создана аналитическо-информационная система (база данных) гидрометеорологических характеристик речного водосбора бассейна р. Волги, включающая в себя годовые и сезонные величины суммарных атмосферных осадков, испарение с поверхности речного водосбора, речной сток в зоне его формирования, изменение бассейновых влагозапасов.

- Осуществлен сравнительный ретроспективный анализ связей изменения элементов водного баланса во времени и при различных сценариях возможного изменения современного климата.
- Получены системы уравнений взаимосвязи элементов водного баланса для периодов половодья, межени и года в целом. Соответственно, получены аналитические зависимости между речным стоком и параметрами определяющих его климатических факторов. Полученные уравнения создают возможность оценки стока р. Волги для различных сценариев климата, полученных по результатам применения климатических моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО).
- Анализ возможности использования результатов климатических сценариев по ряду современных моделей МОЦАО третьего (CMIP 3) и пятого поколений (CMIP 5).
- Получены прогностические оценки среднегодовых значений годового и сезонного притока речных вод к характерным створам реки с учетом возможных сценариев изменения глобального и регионального климата.

Степень обоснованности полученных в диссертации результатов подтверждается использованием автором системного подхода и аппарата современных статистических методов и компьютерно-информационных технологий для анализа и оценки (прогноза) временных закономерностей, обеспечивающих достоверность оценок характеристик составляющих водного баланса речного бассейна. Результаты диссертационного исследования неоднократно докладывались на Международных, Всероссийских научно-практических и научно-технических конференциях.

Достоверность результатов работ определяется тем, что они основываются на использовании достаточно большого и надежного объема справочных, нормативных гидрометеорологических, водохозяйственных материалов и результатов исследований автора для обоснования полученных выводов. Достоверность результатов обусловлена также преемственностью методов предшествующих работ самого автора и специалистов в данной

области. В целом, приведенный в работе анализ результатов исследований позволяет считать полученные в диссертации выводы научно обоснованными и достоверными.

Практическая значимость работы обусловлена тем, что предлагаемый подход позволяет применять разработанную комплексную методику при гидрологическом обосновании мероприятий по использованию водных ресурсов бассейна р. Волги. Особое значение имеют полученные соискателем результаты по моделированию водного баланса р. Волги в контексте моделирования и прогноза уровня Каспийского моря – замыкающего элемента бассейна р. Волги.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 печатных работ, в том числе 10 статей в научных изданиях, рекомендованных ВАК, 1 – в изданиях, входящих в системы цитирования Scopus или Web of Science. По результатам исследований имеется свидетельство интеллектуальной собственности № RU 2024620214.

Замечания по диссертационной работе

1. В работе дана оценка притока речных вод к Волгоградскому гидроузлу. Учитывая, что ниже Волгоградского гидроузла происходит потеря волжской воды в Волго-Ахтубинской пойме, было бы полезным оценить приток к вершине дельты реки Волги.
2. В работе надо бы более подробно изложить анализ антропогенного воздействия на водные ресурсы бассейна р. Волги.
3. Результаты исследования различных сценариев изменения глобального климата желательно сопроводить указанием на наиболее вероятный, по мнению диссертанта, вариант развития климатических процессов в бассейне р. Волги.
4. Отсутствует строгое определение «динамической» нормы годового стока следовало бы указать, в чем различие динамической нормы годового стока от общепринятого понятия нормы стока.

5. Следовало более четко сформулировать, какой из факторов влияния на сток будет превалировать в будущем – изменения стока вследствие изъятий на хозяйственные цели или изменения климата с выделением – антропогенной и природной составляющих.
6. При прочтении диссертации выявлен ряд опечаток и излишне длинные предложения (максимально – предложение, занимающее 15 строк).

Приведенные выше замечания не снижают научного значения проведенных исследований, полученных результатов и ценности сформулированных выводов.

Автореферат диссертации выполнен по объёму и оформлению в соответствии с установленными требованиями, а его содержание соответствует основным выводам и положениям диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные результаты диссертационной работы всесторонне охватывают вопросы изменения элементов водного баланса крупного речного бассейна р. Волги, являющегося ключевым в обеспечении водными ресурсами значительной части Европейской территории России. В целом диссертационную работу можно рассматривать как существенное теоретическое и практическое обобщение в области водно-балансовых исследований. Значимость работы определяется и практической направленностью, выраженной в конкретных региональных разработках, которые могут стать основой для повышения эффективности водохозяйственных решений по водообеспечению и защите населения и хозяйственных объектов от опасных гидрологических процессов и явлений в бассейне р. Волги. Отдельно подчеркну возможность использования результатов моделирования многолетнего водного баланса р. Волги при исследовании многолетних колебаний уровня Каспийского моря.

Для защиты представлено законченное научное исследование.

В заключение можно констатировать, что представленная диссертационная работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Исмайлова Ирина Габилловна заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.6. Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология.

Официальный оппонент:

доктор технических наук,
главный научный сотрудник
лаборатории глобальной гидрологии
отдела динамики водной среды
ФГБУН «Институт водных проблем
Российской академии наук»



Фролов Анатолий Васильевич

« 11 » февраля 2025 г.

Место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт водных проблем Российской академии наук» (ФГБУН «ИВП РАН»)

Адрес места работы: 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3.

Тел. +7(499)135-54-56 – дирекция

E-mail: info@iwp.ru

