

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Лобанова Владимира Алексеевича

на диссертацию Айзеля Георгия Владимировича

«Расчеты речного стока на основе модели SWAP для водосборов с недостаточным информационным обеспечением», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 — Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Предложенная в диссертационной работе Айзеля Г.В. тема расчетов речного стока для необеспеченных необходимыми данными измерений водосборов представляет собой актуальную научную задачу, решение которой с годами не утрачивает своей важности. В разное время подобными исследованиям занимались многие научные коллективы как в Москве, так и в Санкт-Петербурге. Наибольший вклад в изучение данной проблемы внесли сотрудники Государственного гидрологического института (ГГИ), кафедры гидрологии суши Московского государственного университета (МГУ), а также Института водных проблем РАН. К сожалению, за последние 20-25 лет интенсивность исследований по данному направлению заметно снизилась. В год выходит не более двух-трех отечественных статей, связанных с темой расчетов стока при недостаточности и отсутствии данных наблюдений. Тем не менее, общая картина работ по данной тематике в мире скорее позитивная, т.к. последнее гидрологическое десятилетие, проводимое Международной ассоциацией гидрологических наук, прошло под эгидой интенсификации изучения именно проблемы расчетов стока для неизученных бассейнов (десятилетие PUB - «Prediction in ungauged basins»). Такая концентрация научных усилий на определенной теме позволила не только улучшить классические знания процессов формирования стока на водосборе, но и существенно продвинуть вперед технический и программный инструментарий исследователя, насыщая гидрологические работы методами современной теории вероятности, компьютерного обучения и математической статистики.

В представленной работе соискателя использован не только инструментарий физико-математического моделирования процессов тепло- и влагообмена поверхности суши с атмосферой (модель SWAP), но и впервые для отечественных научных работ в гидрологии сделана попытка применить статистический аппарат искусственных нейронных сетей к задаче поиска необходимых модельных параметров. Таким образом, представленная работа делает не первый, но несомненно важный шаг навстречу тенденциям мировой гидрологической науки, вовлекая сложившуюся в ИВП РАН научную школу на новый виток развития.

При условии дальнейшего развития данной темы, вполне возможно усовершенствовать существующие методики расчета речного стока для неизученных водосборов, применяемые в практике инженерной гидрологии. Поэтому тема предложенного исследования, несомненно, актуальна, а предлагаемые решения современны и своевременны.

2. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из пяти глав, введения, заключения и трех приложений. Общий объем работы составляет 156 страниц машинописного текста, включая таблицы, карты и иллюстрации.

Во введении дается обоснование темы работы, определяется ее место в данной области гидрологических исследований, отмечаются основные аспекты ее научной и практической значимости, приводятся основные защищаемые положения и краткое методическое содержание глав работы. Отмечается и доказывается актуальность выбранной темы, степень ее изученности, а также дается исчерпывающее описание целей и задач, поставленных перед

данной диссертационной работой.

В первой главе приводится обширный литературный обзор по теме диссертационного исследования, который подкреплен первым табличным приложением. Дается описание современного состояния сети гидрометрических наблюдений на территории РФ и поднимается тема интенсификации исследований, связанных с расчетами и прогнозами речного стока для недостаточно обеспеченных информацией водосборов. Особый интерес представляет анализ публикационной активности по теме диссертации, проведенный в работе и наглядно показывающий современное состояние русскоязычной гидрологической науки. Также в первой главе дается введение в тему, раскрываются основные понятия работы такие как: «неизученные водосборы», «методы районирования», приводится детальный обзор существующих методов районирования модельных параметров и их специфика.

Во второй главе дается характеристика исследуемым в работе географическим объектам — речным водосборам на территории США. Водосборы территории США использованы в диссертации по следующей причине. Представленная работа в первую очередь связана с разработкой достаточно универсальной методики расчета стока. Поэтому не столь принципиально, на какой территории она отрабатывается. В то же время в Лаборатории физики почвенных вод ИВП РАН, где выполнялась работа, имеется обширная информация, необходимая для решения поставленной в работе задачи именно по водосборам территории США, в то время как подобную информацию для водосборов РФ получить весьма трудно и часто практически невозможно. В данной главе автором приводится общий географический обзор, насыщенный картографическим материалом, а также краткая история и техника формирования исследуемой выборки бассейнов проекта MOPEX.

Третья глава диссертационного исследования посвящена описанию моделирования речного стока выбранных водосборов с помощью физико-математической модели SWAP, разработанной в Лаборатории физики почвенных вод ИВП РАН. Автор последовательно идет от описания общих процессов круговорота вещества на Земле, переходит к постановке задачи моделирования гидрологического цикла суши и к середине главы дает подробное описание используемой модели и ее основные характеристики. Также в данной главе приводится полная характеристика необходимого для запуска модели информационного обеспечения, отдельное место отводится под описание промежуточных результатов использования того или иного набора данных, т.е. делается упор не только на наличие данных, но и на их качество. Также в данной главе рассматривается возможность моделирования речного стока моделью SWAP с достаточной для гидрологических моделей точностью, и рассматриваются пределы ее применимости. Дается достаточно полное описание процессов калибровки необходимых модельных параметров. В заключение третьей главы приводятся результаты расчета гидрографов речного стока за десятилетний период для 323-х исследуемых бассейнов, что составляет более 3000 рассчитанных гидрографов стока. Данные результаты сами по себе представляют огромный интерес в плане апробации модели SWAP, и именно они являются базой для построения соискателем эксклюзивных методик поиска модельных параметров.

Четвертая глава является новаторским центром работы. В ней детально описывается метод получения необходимых модельных параметров, основанный на современном математическом аппарате искусственных нейронных сетей (ИНС). В главе описывается процесс работы с ИНС, включая: инициализацию сети, анализ чувствительности ее компонент, выбор архитектуры и алгоритма обучения. Литературный обзор подчеркивает новаторство данного подхода, т.к. в зарубежной литературе работ, основанных на применении ИНС к поиску параметров не более десятка, в России же в области гидрологии работы соискателя и его соавторов практически первые в своем роде. В главе также описывается необходимое для применения методики ИНС информационное обеспечение, уделяется внимание границам применимости аппарата. Центральное место в работе

занимают результаты применения методики ИНС к получению модельных параметров для выборки неизученных водосборов, и уже на основе полученных параметров — результаты расчета гидрографов речного стока с использованием физико-математической модели SWAP. В данной главе вводится также интересная и в своем роде оригинальная идея «исключительности» водосбора, введение которой помогает сделать не только обобщения полученных результатов, но и унифицировать результаты, придать им «компактность» для последующих этапов анализа. Полученные в четвертой главе результаты являются вполне удовлетворительными, если учитывать большую выборку водосборов для обширной территории и отсутствие априорного наложения ограничений на подобие климатических и физико-географических условий.

В пятой главе автор делает удачную попытку максимально расширить исследуемую тему путем применения не только новых методов на основе ИНС, но и классических методов районирования модельных параметров на основе гидрологической аналогии и пространственной интерполяции, которые подробно представлены в первой главе диссертации. В данной главе автором проделана большая работа по сравнению результатов исследования, и несомненно главным ее достижением является доведение работы до логического конца — выработки набора решающих правил, которые можно применить для практического расчета стока с неизученного водосбора.

В заключении дается лаконичное обобщение полученных результатов, делается ряд выводов касательно применимости методик и частных особенностей работы, а также указываются направления для дальнейшего развития темы исследований.

Резюмируя все вышесказанное, можно сделать вывод, что на современном научном уровне выполнена очень большая работа, имеющая законченный характер. Автореферат достаточно четко и полно отражает содержание диссертационной работы.

3. НОВИЗНА НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ

В силу того, что представленная диссертационная работа выполнена на высоком техническом уровне, и на обширном географическом материале, ранее в отечественных работах не используемом, защищаемые положения исследования несут несомненную новизну и представляют большой интерес. Академическая новизна работы определяется двумя направлениями:

- разработкой методики принятия решения по выбору «дорожной карты» расчетов речного стока для неизученных водосборов, основанной на 39-ти реализациях как стандартных, классических методов географического подбора, обобщения, интерполяции, так и авторского варианта метода поиска модельных параметров на основе искусственных нейронных сетей, а также переложения существующего гидрологического районирования для решения конкретной задачи;
- использованием большой выборки водосборов, ранее не вовлеченных в тематику подобного рода исследований, как за рубежом, так и в России.

Новизной можно считать и то, что впервые при реализации классических гидрологических методов аналогии и интерполяции использованы большие объемы информации, содержащихся в современных глобальных Базах данных. Также для апробации и реализации модели практически впервые в нашей стране использовалась такая большая выборка из 323 водосборов, что позволило получить более 3000 рассчитанных гидрографов и главное осуществить достаточно надежную проверку эффективности модели и методики на независимых данных. Хочется отметить не только научную новизну полученных результатов по эффективному расчету гидрографов речного стока, но и новизну технических подходов расчета модельных параметров и оперирования большими массивами баз гидрометеорологических данных.

4. ДОСТОВЕРНОСТЬ И ОБОСНОВАННОСТЬ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Достоверность представленных в работе положений и результатов подтверждается используемыми соискателем методами статистической оценки, которые в рамках работы представлены наглядно и полно, особенно на независимом от расчета материале, т.е. при независимой проверке именно в тех условиях отсутствия информации для чего и предназначена методика. Обоснованность результатов подтверждается использованием надежных источников информационного обеспечения, а также максимально открытых схем обработки цифровой информации, подкрепляемых пошаговой и кросс-проверкой промежуточных результатов. Использование в качестве основного инструмента исследований модели тепло- и влагообмена SWAP, имеющей продолжительную (более 15 лет) историю успешного применения в научных проектах по всему миру, причем на водосборах разного масштаба, также говорит о достоверности полученных выводов.

5. НЕДОСТАТКИ РАБОТЫ, ЗАМЕЧАНИЯ

В диссертационной работе имеются некоторые недостатки, представимые в виде замечаний, которые можно разделить на две группы: методического и редакционного характера. К методическим замечаниям относятся:

1. В качестве критериев эффективности моделирования используются статистические показатели эффективности по Нэш-Сатклиффу (Eff) и модуль среднего отклонения ($|Bias|$), но более понятны показатели, принятые в отечественных работах: это коэффициент корреляции (R) или детерминации (R^2) и величины стандартной и систематической погрешности, представленной в виде среднего значения остатков. Хотя, предлагаемые в работе показатели и связаны с общепринятыми, но отличие все же существует. Если, систематическую погрешность представлять по модулю, то пропадает смысл оценки смещенности модели и остается информация только о ее средней погрешности. Поэтому медианное значение $Bias = 3.7\%$ (Рис.3.6.2) свидетельствует только об относительной величине среднего остатка по модулю, но ничего не говорит о смещенности модели.
2. В соответствии с формулой (3.5.6) Eff рассчитывается в долях единицы, а по формуле (3.5.7) $Bias$ определяется в % и не по модулю, но уже на Рис.3.6.2 величина Eff представлена в %, а $Bias$ - в виде модуля. Требуется, чтобы было соответствие.
3. Метод ИНС сам по себе является формальным и в работе используется без привязки к географическим районам, что в результате видимо и дало его меньшую эффективность по сравнению с известными методами интерполяции, хотя его применение и является одним из элементов отмеченной научной новизны работы.
4. На Рис. 4.4.5 приведена география лучших архитектур ИНС (из общего числа 8) для 113 поверочных водосборов, но как следует из Рис. 4.4.1. и 4.4.2 распределения показателей эффективности для разных архитектур пересекаются и поэтому вывод о преимуществе, а тем более о статистически значимом преимуществе той или иной архитектуры сомнителен.
5. В пятой главе при постериорной оценке эффективности расчетов речного стока тремя разными методиками (ИНС, аналог и интерполяция) следует привести не только медианные значения, а хотя бы σ -вый или 2σ -вый интервал отклонений от него. Тогда было бы намного нагляднее: какие фактические погрешности может дать метод и с их учетом и оценивать его преимущество. Например, если медианы методов отличаются на 2-3%, а вариация погрешностей составляет десятки процентов, то надо говорить не о преимуществе того или иного метода, а о снижении погрешности каждого из них. Это относится и к подразделу 5.4, где использовано разделение территории США на районы, а уже внутри районов выбирается наилучшая стратегия.
6. В работе преобладают ссылки на иностранную литературу (более 100 источников из 152), а большинство ссылок на отечественную литературу особенно периода 1950х -1980х годов

отсутствуют, хотя в ней много полезного, особенно по теории и практике районирования и пространственной интерполяции. В результате многие эффективные методы, такие как оптимальная интерполяция, пространственная корреляционная функция, модели от основных гидрографических и морфометрических характеристик водосборов и т.д. не получили свое отражение как в обзоре, так при практическом применении. Отсутствие этих источников в Интернете не означает, что их нет в библиотеках.

7. К наиболее очевидному методическому замечанию и даже сожалению можно отнести то, что актуальность работы обосновывается для территории России, а реализация осуществлена для территории США, где и другие климатические условия (даже Канада ближе к России по климату), а самое главное и другое информационное обеспечение моделирования. А что же делать с этой проблемой в России? В качестве направлений дальнейшего развития темы автор указывает возможность переноса отработанной и показавшей высокую эффективность применения методики на территорию Российской Федерации, но при этом недостаточно детально раскрывает адекватность и правомочность этого переноса, тем более в условиях отсутствия такого густого набора сеточных данных и больших расстояний до ближайших водосборов-аналогов, которые в России могут составлять не несколько км или десятков км, а многие сотни.

К редакционным замечаниям можно отнести:

1. Рис.1.1.2, где приводятся совместная динамика числа публикаций по проблеме неизученных водосборов в отечественных и ведущих иностранных изданиях не показателен, т.к. число исследователей по этой проблеме в мире по крайней мере на порядок больше, чем в России.

2. Главу 2 вполне можно объединить с главой 3, т.к. она по смыслу с ней связана и содержит всего 7 стр. на которых, притом, целых 8 рисунков и некоторые из них можно исключить, например, Рис. 2.1.5, Рис. 2.2.1 и даже весь подраздел 2.2. В то же время в главе 3 дано очень подробное описание модели SWAP (25 страниц), которая не является предметом разработки автора диссертации и представлена в других работах.

3. Много иностранных слов, переведенных дословно, которые имеют аналогию и другое звучание в русском языке, например: водосбор «донор» - это водосбор-аналог; водосбор «мишень» - это исследуемый водосбор; гетерогенность – это однородность; генерализация – это обобщение, дескрипторы – это физико-географические факторы водосбора и т.д. Также неясно, зачем используется термин «геостатистика» и в чем разница между методами геостатистики и методами пространственной интерполяции и обобщения. Как-то эти методы ранее спокойно существовали без геостатистики.

Главное пожелание будущих исследований состоит в адаптации модели SWAP для расчетов стока с неизученных водосборов России.

6. ПОЛНОТА ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИССЕРТАЦИИ В ПУБЛИКАЦИЯХ СОИСКАТЕЛЯ

Результаты представленной диссертационной работы своевременно опубликованы в ведущих периодических изданиях, рекомендованных ВАК для публикации результатов научной деятельности. Всего автором опубликовано 9 работ, 4 из которых в журналах из перечня ВАК (три личные и одна в соавторстве), остальные — тезисы и материалы различных российских и международных научно-практических конференций, на которых автор также неизменно выступал с устным докладом. В представленных работах опубликованы основные защищаемые положения диссертации. Поэтому можно характеризовать полноту изложения материалов диссертации как хорошую.

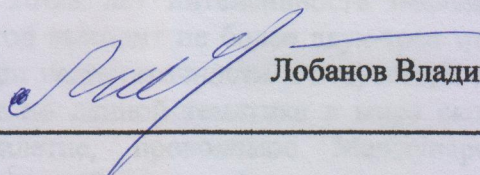
7. ВЫВОДЫ, СООТВЕТСТВИЕ ДИССЕРТАЦИИ КРИТЕРИЯМ, УСТАНОВЛЕННЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ О ПОРЯДКЕ ПРИСУЖДЕНИЯ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ

Диссертационная работа соискателя является научно-квалификационной работой высокого уровня в которой содержится комплекс решений задач по расчетам стока для неизученных водосборов, имеющий большую значимость для развития гидрологии суши, а также изложены научно обоснованные технические и программные решения, внедрение которых в практику инженерной гидрологии приведет к ускорению темпов развития страны.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты, позволяющие судить о высоком личном вкладе автора исследования в науку.

Считаю, что представленная диссертация полностью удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Айзель Георгий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.27 — Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор



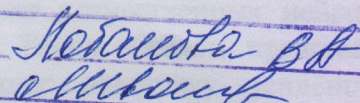
Лобанов Владимир Алексеевич

Сведения о составителе отзыва:

Ф.И.О.: Лобанов Владимир Алексеевич
Адрес: 195196, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр, д.98
Телефон: +7 812 574 55 84
E-mail: lobanov@el6309.spb.edu
Организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Российский государственный гидрометеорологический университет», метеорологический факультет, кафедра метеорологии, климатологии и охраны атмосферы
Должность: Профессор

Подпись Лобанова В.А. заверяю:



Личную подпись Лобанова В.А.
от мене. 
Управление кадров РГГМУ заверяю