

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Измайловой Анны Владиленовны  
на диссертационную работу

СМАХТИНА Виталия Константиновича

«ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ  
РЕК ЗАБАЙКАЛЬЯ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата географических  
наук по специальности 25.00.27 – «гидрология суши, водные ресурсы,  
гидрохимия»

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Забайкальский государственный университет» и Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН.

**Научный руководитель:** доктор географических наук, доцент, заведующий лабораторией региональной климатологии ИПРЭК СО РАН Обязов Виктор Афанасьевич.

Представленная В.К. Смахтиным диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав и заключения. Объем работы - 131 страницы машинописного текста, включая 8 таблиц, 29 рисунков и 16 приложений. Список цитируемой литературы насчитывает 137 источников.

Рецензируемая диссертация посвящена актуальной теме - изучению изменения речного стока под воздействием современных изменений климата. Для безопасного и эффективного водопользования, надежно обеспечивающего нужды населения и различных отраслей экономики, оценка водных ресурсов территорий крайне важна. На фоне происходящих в последние десятилетия изменений водного режима рек под влиянием естественных и антропогенных факторов актуальной задачей современной гидрологии становится переоценка современных ресурсов поверхностных

вод с учетом проявившихся тенденций изменения различных составляющих водного баланса. Данному вопросу посвящено значительное количество работ, однако большинство из них выполнено для наиболее развитых в экономическом отношении регионов страны, характеризующихся и наибольшими объемами водопользования. Прежде всего, вспоминаются вышедшие за последние десятилетия работы, посвященные изменениям стоковых характеристик бассейна р. Волги.

В рецензируемой диссертационной работе изменения гидрологического режима рек рассматриваются для менее освоенного региона - Забайкалья, где за полувековой период выявлено повышение температуры воздуха, особенно резкое заметное в феврале и марте месяце (на 3,5-4,0 °С). Произшедшие изменения климата проявляются в данном регионе через изменение дат начала и окончания ледостава, изменения толщины льда, стока рек в теплый и холодный периоды года.

Забайкалье является перспективным в хозяйственном отношении регионом, обладающим уникальными минерально-сырьевыми ресурсами и лесным фондом, и характеризующимся устойчивой динамикой социально-экономического развития. Четкое представление об изменениях речного стока в различные периоды года является обязательным условием при осуществлении перспективного планирования экономического развития данного региона, особенно в условиях возрастания вероятности возникновения экстремальных гидрологических явлений.

Рассматриваемая диссертационная работа включает три ряда задач:

- анализ ледового режима рек Забайкалья и его зависимости от многолетних изменений средней годовой температуры воздуха;
- оценку влияния атмосферных осадков и испаряемости на территории Забайкалья на характер многолетних изменений стока рек в теплый период года;
- выявление особенности влияния климата на многолетние изменения стока рек в холодный период года на территории Забайкалья.

Решение данных задач реализовано в защищаемых положениях:

- закономерности ледового режима рек Забайкалья в условиях современных изменений средней годовой температуры воздуха;
- оценка роли атмосферных осадков и испаряемости в формировании стока рек Забайкалья в теплый период года;
- оценка роли предшествующего увлажнения и изменения средней годовой температуры воздуха в формировании стока рек Забайкалья в холодный период года.

Сразу хочется обратить внимание на первое положение, где с точки зрения оппонента пропущено уточнение - закономерности чего? По всей видимости (исходя из поставленных задач), предполагается выявить закономерности формирования ледового режима. Однако это необходимо было уточнить.

Во второе положение выводится оценка роли атмосферных осадков и испаряемости в формировании стока рек. Испаряемость является расчетной характеристикой, в связи с чем, ее роль в формировании стока обычно не рассматривается. Представляется, что и в данной диссертации можно было ограничиться рассмотрением роли атмосферных осадков на формирование стока в теплый период, а также оценить влияние на него изменений температуры воздуха (измеряемая характеристика).

В целом из трех защищаемых положений наиболее интересным представляется третье. Однако, к сожалению, его рассмотрение несколько уступает возможностям современной науки. Можно было бы внимательнее учесть опыт работ Игоря Леонидовича Калюжного (приводимых автором при анализе литературы), посвященных вопросам влияния климатических изменений на зимний и весенний сток рек.

Переходя к анализу работы диссертанта, остановимся **на первой главе**, где произведен анализ литературы, посвященной влиянию изменений климата на гидрологический режим рек, представлены материалы и методы исследований, а также дается общая характеристика района исследования.

В параграфе 1.1 диссертант приводит большое количество литературных источников, посвященных теме изменений климата и его влияния на сток рек. Более подробно он останавливается на работах, посвященных Забайкалью. Параграф заканчивается достаточно подробным описанием совместных работ диссертанта и его руководителя. Необходимо отметить неплохой обзор литературы, хоть и несколько сумбурный (остался непонятен принцип приведения работ в разделе). Автор показал, что он хорошо знаком с отечественными публикациями. Однако, как уже указывалось выше, к сожалению, многие современные разработки не были впоследствии использованы диссертантом в его работе. Кроме того, хочется обратить внимание диссертанта на необходимость при приведении литературы правильно соблюдать гендерную принадлежность авторов. Так, Кобак Кира Ивановна явно воспринимается диссертантом как автор мужского рода (с. 9, в работах .... К.И. Кобака).

Параграф 1.2 посвящен материалам и методам исследования. Необходимо отметить, что диссертантом был обработан большой массив информации. Исследование гидрологического режима выполнялось по данным 81 гидрологического поста, климатические характеристики определялись по данным 48 метеорологических станций. В работе были использованы данные о температуре воздуха, атмосферных осадках, величине стока рек, продолжительности ледостава, датах начала и окончания ледостава, толщине льда. Были задействованы ряды средних годовых значений, средних за теплый и холодный периоды года и средних месячных значений. Для анализа толщины льда брались ее декадные значения. При обработке данных диссертант использовал современные методы статистического анализа и параметрические критерии статистической оценки достоверности получаемых результатов. С целью выявления параметров линейных трендов многолетних изменений применялся метод наименьших квадратов. Для анализа достоверности трендов использовалась  $t$  – статистика Стьюдента при 5% уровне значимости. Согласованность изменений

исследуемых характеристик оценивалась с помощью корреляционного анализа. Для выявления циклов использовались интегрально-разностные кривые, спектральный и вейвлет – анализ. Все перечисленные методы исследования достаточно подробно рассмотрены диссертантом.

Из замечаний к разделу:

- Было бы уместно в соответствующих приложениях с перечнем метеорологических станций и гидрологических постов (прил. 1 и 2) привести период натуральных наблюдений по каждому посту (станции), что позволило бы оценить объем работы по восстановлению пропусков.
- Стоило более подробно рассмотреть вейвлет-анализ, в последнее время все чаще используемый для анализа временных рядов. Его применение является выигрышной составляющей данной диссертационной работы, поэтому имело смысл акцентировать на нем внимание.
- Поскольку в работе большинство результатов приводится в среднем по бассейну и в среднем по всей территории Забайкалья, в данном параграфе имело смысл пояснить, каким способом производилось осреднение результатов по территории. Размещение гидрологических постов и метеорологических станций по территории Забайкалья крайне неравномерно, поэтому выбранный способ осреднения крайне важен.
- Стоило аргументировать, почему именно для оценки испаряемости была выбрана формула Н.Н. Иванова, а не, например, М.И. Будыко, А.И. Будаговского или метод теплового баланса.

В параграфе 1.3 приводится физико-географическая характеристика района исследования. Необходимо отметить, что начинать описание территории Забайкалья нужно было с четкого определения ее границ. Также обычно в физико-географическое описание включается (хотя бы вкратце) описание геологии территории, тем более что автор в какой-то момент

приводит возраст межгорных котловин (с. 30 – «300 впадин мезо- и кайнозойского возраста»).

Более подробно диссертантом рассмотрена климатическая и гидрологическая характеристика территории. Однако здесь обращает на себя внимание ряд допущенных неточностей:

- На с. 30 – «Распределение осадков на территории Забайкалья подчиняется **широтной зональности высотной поясности**». Должно быть «Распределение осадков на территории Забайкалья подчиняется **закону широтной зональности и высотной поясности**».
- На с. 30 - «На территории Забайкалья протекают реки с различным **видом** питания». Не «видом», а «**типом**» питания.
- На с. 33 – «Низкие **уровни стока** наблюдаются лишь...». Наверное все же имеются ввиду «**уровни воды**».

Диссертанту необходимо было более внимательно относиться к терминологии.

- На с. 34 – «В данной работе рассматривались реки, находящиеся на территории Забайкалья, но относящиеся к бассейну реки Енисей. К ним относятся такие реки как: Селенга, Чикой, Хилок». Реки Чикой и Хилок являются правыми притоками Селенги, логичнее в данном контексте наряду с р. Селенга было назвать рр. Баргузин и Верхнюю Ангару.

В конце рассматриваемого параграфа 1.3 диссертант дает подробное описание трех основных речных бассейнов, расположенных на территории Забайкалья, указывает основные источники питания рек. Несмотря на использование автором разных литературных материалов в своей диссертационной работе, описание типов питания логично было бы давать единообразно для всех трех бассейнов. Также хорошо было бы структурировать текст по каждому бассейну по единой схеме. При указании цифровой информации (объемы стока, площади рек и др.) всегда необходимо указание источника информации.

Во второй главе диссертации рассмотрено изменение климата на территории Забайкалья. Определено, что с 1951 по 2010 гг. средняя температура воздуха за холодный период увеличилась на 2,1 °С, ее наибольшее увеличение отмечено в феврале (на 4,3°С). Средняя температура воздуха теплого периода за этот же период увеличилась на 1,4°С, а средняя годовая - на 1,8°С. Данные тренды согласно оценкам диссертанта являются достоверными.

Колебания годовых сумм атмосферных осадков на территории Забайкалья характеризуются цикличностью, что как показывает диссертант, хорошо подтверждается данными спектрального и вейвлет-анализа. За период с 1947 по 2010 годы средняя по бассейну Амура годовая сумма атмосферных осадков сократилась на 43 мм, а по бассейнам Енисея и Лены - на 28 мм и 11 мм. Согласно оценкам диссертанта только тренд по Амуру является достоверным. Испаряемость увеличилась за этот же период по бассейну Амура на 78 мм, Енисея – на 37 мм, Лены – на 42 мм. Данные тренды являются достоверными.

Замечания к главе 2:

- Глава начинается с фразы «**Изменение климата характеризуется** в первую очередь многолетними изменениями температуры воздуха» (с. 39). Было бы уместнее написать не «характеризуется», а «**проявляется**».
- В данной главе, также как и во всей работе, диссертантом часто приводятся и визуализируются (приведенные вейвлет-спектры) осредненные по территории (для бассейна Енисея, Амура и Лены, а также для всего Забайкалья) характеристики, включая многолетние изменения осредненных по территории значений осадков и испаряемости (на вейвлет-спектрах – их аномалии). Однако нигде, ни в данной главе, ни в параграфе 1.3 не уточняется, как происходило осреднение величин по территории. Как учитывались в общей величине весовые доли каждой станции (поста)?

- Также хочется обратить внимание диссертанта на несоблюдение ГОСТ: Рисунки обязательно должны приводиться после их упоминания, а не в пределах нескольких страниц (до или после). В таблицах не допустима небрежность, они должны быть выровнены, буквы не должны соскакивать на следующую строчку (табл. 2.1). Текст должен быть внимательно считан и не содержать пропусков букв и ошибок.

В третьей главе рассмотрен ледовый режим рек. Дано описание таких характеристик как даты начала и окончания ледостава, продолжительность ледостава, толщина льда и оценена их зависимость от температуры воздуха и величины стока. По данным диссертанта в среднем по территории Забайкалья за 50-летний период даты начала ледостава сдвинулись на 5 дней в сторону более позднего замерзания, а даты окончания - на 3 дня в сторону более раннего вскрытия. Согласно выводам диссертанта изменение температуры воздуха в большей степени повлияло на изменение дат замерзания (вскрытия) при значимом влиянии на них и изменений величины стока. Изменение толщины льда на большинстве рек согласуется с изменениями температуры воздуха, из средних месячных температур наибольшее влияние на максимальную толщину льда оказывает температура февраля. Влияние величины стока на максимальную толщину льда существенно меньше. Анализ декадных значений толщины льда за два периода, отличающихся по температуре воздуха, показал ее снижение в более теплый период. В среднем по территории Забайкалья за период с 1958-1959 по 2007-2008 годы максимальная толщина льда уменьшилась на 13 см. Тренд является достоверным.

Тема ледового режима рек наиболее хорошо представляема диссертантом. Из замечаний:

- В тексте отсутствует обоснование разделения всего периода измерений на два - 1958/1959 – 1987/1988 гг. и 1988/1989 – 2006/2007 гг. (с. 59-60).



- Вывод о большем влиянии на толщину льда изменений температурного режима, нежели величины стока представляется очевидным, однако автор, используя большой объем данных по разным створам, пытается подтвердить его результатами корреляционного анализа, что отчасти интересно. В тоже время более интересным могло бы быть детальное рассмотрение связи между зимними температурами и толщиной льда для рек, расположенных в разных физико-географических условиях, то есть более тщательный пространственный анализ полученных результатов и попытка его интерпретации.

**В главе четыре** представлены два раздела. В первом рассмотрен годовой сток и сток рек теплого периода, а во втором - факторы, влияющие на сток рек в холодный период года.

Для выявления согласованности колебаний стока диссертантом были вычислены коэффициенты корреляции между рядами средних годовых расходов воды по рекам трех исследуемых бассейнов. При этом было выявлено, что колебания внутри Амурского и Ленского бассейнов происходят достаточно согласованно, тогда как сток большинства рек, впадающих в озеро Байкал, имеет слабую корреляционную связь. Циклы колебаний стока рек анализировались с применением метода построения разностно-интегральных кривых, а также спектрального и вейвлет-анализа. При анализе трендов изменения среднего годового модуля стока диссертантом использовались ряды данных по пунктам трех бассейнов за единый период с 1958 по 2008 годы, согласно его выводам тренды по всем бассейнам не являются достоверными.

Согласно выводам диссертанта, сток рек Забайкалья в теплый период года за счет его преобладания в годовом объеме определяет многолетние изменения годового стока и зависит от атмосферных осадков и испаряемости, что подтверждает вейвлет, спектральный и корреляционный анализы. Сток рек в холодный период года зависит от предшествующего

увлажнения, и также имеет хорошую согласованность с годовым стоком. В многолетнем изменении он характеризуется, как положительными, так и отрицательными трендами, которые в большинстве случаев статистически не достоверны. В тоже время доля зимнего стока в его годовом объеме на большинстве рек имеет положительный тренд, что, по мнению диссертанта, обусловлено главным образом повышением температуры воздуха и в меньшей степени уменьшением толщины льда.

Замечания к разделу:

- Как уже указывалось выше, испаряемость является расчетной характеристикой (в работе диссертанта она вычислялась по формуле Н.Н. Иванова), было бы более логичным рассмотреть влияние на сток изменений температуры воздуха, как измеряемой характеристики.
- Представляется не корректным, как это делает диссертант, пытаться оценить тесноту связи (коэффициент корреляции) между аргументом и функцией, которыми в нашем случае являются температура воздуха и испаряемость, рассчитанная диссертантом по формуле Н.Н. Иванова.
- Остается неясной необходимость выявления тесноты связи между испаряемостью и осадками и испаряемостью и стоком, в то время как в уравнение водного баланса входит не испаряемость, а испарение.
- Непонятно, что хочет диссертант показать рис. 4.5 (Интегрально-разностные кривые изменения испаряемости и модуля стока рек в теплый период года), и о какой согласованности может идти речь при анализе этого графика.
- Вывод о тесной связи между рядами средних расходов воды за теплый период и рядами сумм атмосферных осадков за этот же период для данного региона представляется очевидным, не требующим проведения подробного корреляционного анализа. Также излишне очевиден и вывод о совпадении фаз колебаний годового стока и стока в теплый период (сделанный автором на основе проведенного им

вейвлет-анализа), поскольку известно, что сток в теплый период года составляет для большинства рек данного региона более 90% от годового и даже для бассейна оз. Байкал – более 80%.

- Анализ влияния предшествующего увлажнения на сток рек в зимний период мог бы быть более подробным и сложным, чем предложенный диссертантом, у которого он ограничивается установлением зависимости между стоком в ноябре-марте и стоком в октябре. При этом можно было ожидать получения более высоких, чем у диссертанта, коэффициентов корреляции.

Главы 2-4 сопровождаются значительным количеством рисунков, в том числе карт, построенных автором с помощью пакетного программа «ArcGIS». Диссертант представляет в картографическом виде полученные им распределения величин линейного тренда изменений температур воздуха (среднегодовой и за холодный период), средней продолжительности ледостава на территории Забайкалья и др. Приводятся вейвлет-спектры многолетних изменений осредненных по территории аномалий годовых сумм осадков и испаряемости, изменения аномалий среднего годового расхода воды по ряду створов. Визуализация полученных значений достаточно интересная. Однако, обращает на себя внимание, что выполнив с использованием статистического аппарата пространственно-временной анализ данных и обработав для этого огромный массив информации, диссертант лишь небольшое внимание уделяет обобщению полученных результатов. Наряду с констатацией результатов расчетов и их хорошим визуальным представлением, выявлением трендов и определением их достоверности, было бы интересно увидеть также и более глубокий пространственный анализ самих полученных результатов.

Переходя к заключению, необходимо отметить, что в представленной работе В.К. Смахтин показал себя как достаточно квалифицированный специалист в области гидрологии, обладающий навыками как формулировать

задачу, так и решать её с использованием современных методов статистического анализа и изучения литературных данных. В работе решен ряд интересных научных задач, результаты которых уже находят свое применение на региональном уровне.

Несмотря на то, что в своей работе диссертант порой ставит перед собой достаточно спорные задачи, а ряд промежуточных выводов может показаться излишне очевидным, приведенные в заключении основные выводы и результаты достаточно логичны, обоснованы результатами исследования и являются новыми, что свидетельствует об их **научной новизне**.

**Обоснованность и достоверность результатов** исследования базируется на использовании в качестве теоретической и методологической базы исследования научных трудов отечественных и зарубежных ученых, учете большого массива гидрометеорологических данных по территории Забайкалья и использовании современных, объективных методов статистического анализа и параметрических критериев статистической оценки достоверности получаемых результатов. Они доложены на 2 международных и 5 российских конференциях. По теме исследования опубликовано 8 научных работ, в том числе в 3 изданиях, рекомендованных ВАК. Все это подтверждает зрелость диссертанта как научного работника. Список используемой литературы состоит из 137 наименований, включает в себя ссылки на русском и английском языке.

**Практическая значимость** результатов подтверждается выданной диссертанту справкой об использовании его данных в работе Гидрометцентра (отдела гидрологических прогнозов) ФГБУ «Забайкальское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» для прогнозирования ледовых явлений на реках Забайкалья, а также полученным им актом внедрения результатов диссертационной работы в учебный процесс Забайкальского государственного университета.

Высказанные замечания во многом справедливы и могли бы улучшить работу и ее представление, однако в основном они не затрагивают сути защищаемых положений или имеют рекомендательный характер.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

Таким образом, диссертационная работа В.К. Смахтина «Влияние изменения климата на гидрологический режим рек Забайкалья», является законченной научно-квалификационной работой, выполненной под руководством доктора географических наук Обязова Виктора Афанасьевича. Она содержит решение актуальной научной задачи - оценки влияния современного изменения климата на гидрологический режим рек Забайкалья, имеющей существенное значение для специальности 25.00.27 – «гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия».

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что в диссертации решены поставленные задачи и работа соответствует критерию внутреннего единства, концептуальности и взаимосвязанности выводов. Диссертация соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор – Смахтин Виталий Константинович – заслуживает присуждения искомой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 – «гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия».

Официальный оппонент  
кандидат географических наук,  
старший научный сотрудник  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки  
Институт Озероведения Российской  
академии наук  
Санкт-Петербург, ул. Севастьянова д.9.  
Тел.: 8-812-387-0276  
e-mail: [ianna64@mail.ru](mailto:ianna64@mail.ru)

18 сентября 2014 г.

Измайлова  
Анна Владиленовна

13

Подпись руки Измайловой А.В.  
заверяю референт В.Г. Величкин Н.Г.

