

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **Васильева Дениса Юрьевича**
«Особенности изменения климата на Южном Урале: причины и последствия»,
на соискание ученой степени доктора географических наук по научной
специальности 1.6.18. – Науки об атмосфере и климате.

Диссертация Д.Ю. Васильева посвящена проблеме региональных климатических изменений на примере территории Южного Урала. Актуальность исследования обусловлена растущими негативными последствиями изменения климата, проявляющимися на территории Южного Урала, как с точки зрения экологической ситуации, так и условий, необходимых для устойчивого развития экономики. Специфика физико-географических условий Южного Урала, расположенного на стыке Европейской части России и Западной Сибири, обуславливает особенности региональных проявлений глобальных изменений климата, что требует специального исследования.

Научная новизна исследования заключается, в первую очередь, в проведении детального регионального анализа проявления изменений климата на территории Южного Урала. Подобных исследований для данного региона ранее не проводилось. Получены количественные оценки вклада крупномасштабных мод естественной изменчивости климата в режим атмосферных осадков и температуры на Южном Урале на основе кросс-вейвлет анализа, выявлены циклы в колебаниях температуры воздуха, осадков и речного стока на основе вейвлет-разложения, впервые проведена реконструкция атмосферных осадков весенне-летнего сезона для периодов с 1860 по 1994 гг. на Бугульминско-Белебеевской возвышенности и удлинение реконструкции атмосферных осадков мая-июля на Зилаирском плато с 1776 по 2017 гг., произведена количественная оценка влияния метеорологических условий на режим увлажнения, пожарную опасность для территории Южного Урала.

Достоверность результатов определяется использованием данных инструментальных наблюдений на метеостанциях, дистанционных измерений, климатического моделирования и атмосферных реанализов. Результаты получены с применением обоснованных статистических методов и сопровождаются оценками точности. Текст диссертации полностью написан автором за исключением случаев, где указаны цитируемые источники.

Работа состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы – 367 наименований. В ней содержатся 288 страницы текста, 22 таблицы, 84 рисунка.

Во **введении** обозначена актуальность темы исследования, поставлены цель и задачи, описаны новизна, практическая и теоретическая значимость работы, приведены основные положения диссертации, выносимые на защиту, личный вклад автора, апробация полученных результатов и публикации соискателя.

В **главе 1** достаточно подробно дана физико-географическая характеристика региона. Подробно описаны источники данных и используемые системы наблюдений, а именно: инструментальные данные с гидрометеорологических постов и станций сети Росгидромета; данные дистанционных измерений (спутниковые наблюдения, а также показания метеорологического температурного профилемера); данные атмосферных реанализов; данные численных экспериментов с глобальной климатической моделью ECHAM5.

Глава 2 посвящена анализу циклических составляющих в рядах температуры воздуха, осадков и речного стока для территории Южного Урала. Выделены три основных интервала изменчивости – межгодовой, междекадный и мультидекадный. На основании сравнения с характерными периодами колебаний метеохарактеристик на Европейской территории России (ЕТР) обнаружено, что практически на всех станциях в пределах ЕТР выделяются схожие спектральные максимумы во временных рядах, тогда как территория Южного Урала имеет свои региональные особенности, так как его восточная часть располагается в Сибири, что определяет различия в механизмах атмосферной циркуляции, оказывающих влияние на изменчивость в этом регионе по сравнению с ЕТР. Проведен анализ как для осредненных по региону характеристик, так и для отдельных станций, что позволяет выявить региональные особенности. Для исследования климатической изменчивости на территории Южного Урала применены разнообразные статистические методы анализа, включая вейвлет и кросс-вейвлет преобразования. Методика вейвлет-преобразования подробно описана.

В **главе 3** на основе выявленной связи между осадками весенне-летнего периода и хронологией прироста сосны обыкновенной проведена реконструкция весенне-летних осадков с 1860 по 1994 на Бугульминско-Белебеевской возвышенности и проведено удлинение ряда реконструированных осадков на Зилаирском плато на период 1776–2017 гг. Обоснование возможности реконструкции именно поля осадков для определенных месяцев года детально и достоверно. Рассмотрены реконструкции осадков для двух регионов и

выделены умеренно и экстремально влажные и засушливые периоды. Выявленные аномалии осадков сопоставляются с климатическими индексами.

В главах 4 и 5 анализируется пространственно-временная структура изменчивости приповерхностной температуры воздуха и осадков на Южном Урале и ее связь климатическими колебаниями, такими как северо-атлантическое колебание (САК), арктическая осцилляция (АО), атлантическая мультideкадная осцилляция (АМК), индекс Южного колебания (ИЮК)и др. Применен статистический метод разложения полей на эмпирические ортогональные функции (ЭОФ), что позволяет выявить пространственные структуры, ответственные за максимальную изменчивость анализируемого поля. Также проведен анализ экспериментов с моделью общей циркуляции атмосферы ECHAM5 для определения вклада радиационного форсинга в наблюдаемые изменения приповерхностной температуры воздуха на Южном Урале.

В главе 6 проведен анализ изменчивости речного стока на примере бассейнов рек Белой и Урала. Разработана прогностическая система на основе модели речного стока. Применение моделирования дало удовлетворительные результаты по двум выделенным гидрологическим сезонам: зимней и осенне-летней межени.

Глава 7 диссертационной работы посвящена ряду прикладных климатических задач, решаемых для территории Южного Урала. А именно впервые проведена оценка тенденций изменения засушливости территории Южного Урала, получена количественная оценка влияния изменения климата на распространение пожаров, выполнены оценки влияния климатических изменений на уровень загрязнения и качество атмосферного воздуха для города Уфы и проведена оценка последствий опасных природных явлений на примере Республики Башкортостан.

В **Заключении** сформулированы основные выводы диссертации

К очевидным достоинствам работы можно отнести детальное исследование климатических изменений на территории Южного Урала с анализом не только осредненных характеристик, но и данных по всем метеостанциям и гидрометпостам; привлечение обширного объема данных наблюдений, дистанционного зондирования, атмосферных реанализов и результатов численного моделирования; использование разнообразных методов статистического анализа; разработку большого числа собственных программных продуктов.

К работе имеется ряд замечаний

1. В главе 1 нет сведений о подобных исследованиях для других регионов России, а также отсутствуют данные о состоянии исследований климатических изменений по региону Южного Урала. Или их раньше не проводилось вообще? Неверно использован термин северная годовая мода. Очевидно имеется в виду NAM – North annular mode, что переводится как северная кольцевая мода, которая более известна как Арктическая осцилляция.

2. При анализе выявленных периодичностей практически нигде не дается физическая интерпретация обнаруженных циклов, не выдвигаются рабочие гипотезы об механизмах. ответственных за обнаруженные колебания,

Главное замечание по главе 2 относится к анализу взаимосвязей колебаний температуры, осадков и речного стока с климатическими индексами. Непонятно, чем обусловлен выбор именно этих индексов. Логично было бы рассчитать регрессионные и корреляционные связи между рядами метеопараметров на Южном Урале и, например, ТПО и атмосферным давлением по Северному полушарию или всему Земному шару, выявив таким образом районы с максимальной взаимосвязью. Далее уже выбирать индексы, которые описывают изменчивость в выявленных районах. Существенным недостатком является отсутствие интерпретации выявленных когерентностей. Возможный механизм взаимосвязей между колебаниями температуры воздуха, осадков и речного стока с определенными климатическими индексами практически нигде не обсуждается. Какова связь между ЮК, и температурой, осадками и речным стоком на Южном Урале? Как ЮК в той или иной фазе может способствовать более интенсивному влиянию САК на климат Южного Урала не обсуждается, хотя, насколько мне известно, такой механизм никем ранее не изучался и не предлагался. Автором использован неверный термин «пик активности ЮК» по отношению к периодам с минимальными значениями индекса Южного Колебания, которые соответствуют условиям Эль-Ниньо в экваториальном Тихом океане.

В работе выделены периоды синфазной и противофазной когерентности, но не обсуждаются причины смены фазы. Также не высказано предположений, почему в определенный момент лучше проявляются связи климатических индексов с высокочастотными колебаниями, а в другой период с низкочастотными?

В целом вся глава представляет собой констатацию наличия или отсутствия определенных корреляционных связей без их физического обоснования. При этом очевидно, что аппарат статистического анализа сам по себе не позволяет выявить физически обоснованные механизмы взаимодействия внутри климатической системы.

Имеется ряд более мелких замечаний по главе 2.

Как можно выделять период с преобладанием колебаний определенной частоты, если длина этого периода практически равна периоду колебания? Эта интерпретация встречается для всех анализируемых характеристик.

Не объясняется чем обусловлены различия в вейвлет-спектрах между Белой и Уралом? На Урале изменчивость намного слабее и явных максимумов вейвлет спектра не обнаруживается. На рисунках вейвлет-спектров нет шкалы, поэтому непонятно, что соответствует минимуму, а что - максимуму. Период колебаний 35-40 лет попадает в область краевых эффектов, поэтому нельзя делать какие-либо выводы о его наличии в данных наблюдений.

Вывод о когерентности АМК и данных наблюдений до и после 1970-х годов непонятен.

3. Замечания к главе 3 пересекаются с главой 2, а именно – это отсутствие обсуждения механизмов связи между климатическими индексами и аномалиями осадков.

Частные замечания: На рис.3.1 приведены одни пункты, а в таблице 3.1. другие.

Непонятно почему используются разные аббревиатуры ширины годичных колец и ширины поздней древесины (на русском и английском языках)? Это существенно затрудняет понимание описанных результатов.

При сглаживании 10-летним сплайном коэффициент корреляции между реконструированными и фактическими осадками возрастает не потому, что сглаженные ряды лучше соответствуют друг другу, а потому что увеличивается радиус автокорреляции.

4. В главе 4 при анализе причин, определяющих изменения температуры, уместно было бы базироваться на анализе уравнения притока тепла, в котором четко прописаны основные факторы, вызывающие локальные изменения температуры: горизонтальная адвекция температуры (геострофическая и агеострофическая), вертикальные движения воздуха, локальные изменения давления и кинетической энергии и неадиабатические источники тепла (турбулентный теплообмен, фазовые переходы и радиационные процессы). Представленный в тексте главы обзор исследований о причинах изменчивости температуры явно неполный и хаотичный.

Из текста диссертации практически непонятна мотивация проведения экспериментов с моделью ЕСНАМ5. Исходя из текста автореферата и заключения выясняется, что была проведена попытка учета влияния усиления парникового эффекта на тренды температуры на Южном Урале. Однако в самом тексте главы 4 этого нигде явно не написано. Интерпретация результатов, полученных по модели, очень скудная. Нигде нет количественных сравнений того, что получилось по двум экспериментам с разным содержанием парниковых газов, поэтому роль радиационного форсинга совершенно не очевидна. Также нет количественного анализа соотношения внешнего воздействия и

внутренней изменчивости климатической системы, хотя его вполне можно было сделать на основании ансамблевых экспериментов.

Некоторые выводы не согласуются с приведенными данными. Например, на стр. 111 указано «В целом по инструментальным данным приземной температуры воздуха для территории Южного Урала за 1979-2012 гг. можно уверенно говорить о тенденции роста в летние месяцы и похолодания в зимний период со значениями коэффициентов +0,05 и +0,04 °С/годы, соответственно». Почему для похолодания тренд положительный? И на рисунке 4.14 тренд для зимнего сезона также положительный.

Рис.4.4 Очевидно не мм, а °С?

Ось Воейкова более выражена в зимнее время. Когда она является ветрораздельной и разделяет зоны влияния Исландского минимума и Сибирского антициклона. В летнее время можно сказать, что это ось разделяет зоны влияния Исландского минимума и Азорского антициклона, однако эти различия существенно меньше, чем зимой.

В главе 4 отсутствует описание использованных данных. Почему для целей данной главы использованы спутниковые данные, а не станционные или данные реанализа остается непонятным.

5. В главе 5 не представлено интерпретации полученных ЕОС. Предположение высказано только для ЕОС1, но более вероятным кажется, что это разделение влияния САК и Сибирского антициклона, а не Исландского минимума и Азорского максимума. Результаты корреляционного анализа также не интерпретируются с точки зрения атмосферной циркуляции, хотя механизмы влияния САК на распределение осадков очевидны.

Вывод на стр. 137 «Установлено, что с середины 60-х гг. прошлого века произошло изменение во внутригодовом распределении атмосферных осадков на Южном Урале (рис. 5.4). В летний сезон атмосферных осадков стало выпадать меньше, в то время как в зимний период они, наоборот, возросли, что в целом привело к тому, что за последние 50 лет количество атмосферных осадков уменьшилось» не соответствует данным рисунка 5.4. на котором отчетливо видны положительные тренды осадков летом и отрицательные зимой. В итоге непонятно, что является истиной, а что ошибкой и не дает возможности доверять последующим выводам.

6. В главе 6 на рис.6.2 и 6.3 линейные тренды не показаны, а в тексте обсуждаются именно величины трендов, а не аномалий. Приведение значений корреляций по постам в тексте воспринимается плохо, намного информативнее бы выглядела таблица.

7. Замечания по главе 7. Общее замечание ко всем разделам касается отсутствия логической связи с предыдущими главами, хотя все результаты, обсуждаемые в главе 7, так

или иначе связаны с изменчивостью температуры воздуха и осадков на Южном Урале, которая являлась предметом исследования в предыдущих главах.

В разделе 7.1 хотелось бы увидеть более подробный анализ декадной изменчивости количества засух в летний сезон.

В разделе 7.2 не хватает анализа взаимосвязи динамики индексов ПО с выявленной в предыдущих главах динамикой метеохарактеристик за исследуемый период

В разделе 7.3 результаты кросс-вейвлет анализа практически не содержат обсуждения причин тех или иных выявленных связей. Данные о загрязнении, приведенные в тексте, плохо воспринимаются. Нагляднее было бы их представить в виде карты или обобщающей таблицы.

Совершенно непонятна мотивация использования данных профилемера, а также, как эти данные были использованы при оценке загрязнения. В заключении присутствует вывод о выявленном по данным профилемера острове тепла, однако ничего подобного в разделе 7.3 нет. В итоге уникальные данные наблюдений по профилемеру остаются практически без обсуждения и какой-либо привязки к остальному исследованию.

Выводы по главе 7 не содержат всех полученных результатов, но при этом содержат информацию об острове тепла, которая никак не представлена ни в одном из разделов главы.

8. В работе большое количество редакционных и стилистических ошибок, в частности, во многих предложениях нет согласования по роду, числу и падежам.

9. Подписи рисунков часто не содержат полной информации о том, что на них изображено. Порядок сезонов всё время меняется (первым изображено то лето, то зима, то осень), что осложняет понимание рисунка.

Несмотря на указанные замечания работа Васильева Д.Ю. представляет законченное научное исследование, имеющее научное и практическое значение для решения вопросов климатического прогнозирования. Результаты диссертационной работы оригинальны, обладают научной новизной, демонстрируют вклад автора в изучение региональных проявлений изменений климата на территории Южного Урала.

Автореферат отражает основное содержание диссертации, хотя существуют некоторые расхождения с текстом диссертации. Он содержит обоснованные выводы и рекомендации, отвечает требованиям ВАК РФ.

Диссертационная работа Васильева Д.Ю. «Особенности изменения климата на Южном Урале: причины и последствия» представляет законченное исследование, соответствующее требованиям, установленным в пунктах 9–11, 13, 14 «Положения о

присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, и предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.18. – Науки об атмосфере и климате.

28 ноября 2023 г.

Я, Гущина Дарья Юрьевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

Гущина Дарья Юрьевна

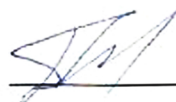
Доктор географических наук, доцент

Научная специальность 25.00.30 Метеорология,
климатология, агрометеорология

(1.6.18. – Науки об атмосфере и климате)

Профессор кафедры метеорологии и климатологии
географического факультета

Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Московский государственный университет им.
М.В. Ломоносова»



Д.Ю. Гущина

Адрес места работы:

119991, Россия, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы,

1, Московский государственный университет им.

М.В. Ломоносова, Географический факультет

Моб. тел.: +7(903)121-59-22

E-mail: dasha155@mail.ru

Подпись официального оппонента заверяю

декан географического факультета

МГУ имени М.В.Ломоносова

Академик РАН



Добролюбов С.А.