

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Мацковского Владимира Владимировича «Долгопериодная климатическая изменчивость в параметрах годовых колец деревьев», представленную на соискание ученой степени доктора географических наук по научной специальности 1.6.14. – Геоморфология и палеогеография.

Диссертация В. В. Мацковского посвящена проблеме выявления низкочастотной климатической изменчивости по данным о годовых кольцах деревьев. Широко известно, что возрастные тренды в измерениях годовых колец, являющиеся неотъемлемой биологической особенностью деревьев как живых организмов, влияют на запись информации о климате прошлого. Эти особенности эволюции в наибольшей степени зашумляют низкочастотный климатический сигнал, извлекаемый из дендроклиматических данных. Высокочастотная климатическая изменчивость, восстанавливаемая из годовых колец деревьев, по большей части не вызывает сомнений и служит, в том числе, для реконструкции экстремальности климатов прошлого. В то же время, надежность реконструированной низкочастотной изменчивости нуждается в дополнительном обосновании, так как влияние различных биологических процессов, протекающих в дереве на протяжении его жизни, а также способность биологических организмов приспосабливаться к условиям обитания со временем привносят некоторую неуверенность в возможности применения принципа униформизма при использовании древесно-кольцевых данных. Поэтому актуальность темы исследования в первую очередь обусловлена необходимостью получения надежной палеоклиматической информации из древесно-кольцевых архивов не только на высоких, но и на средних и низких частотах. Для характеристики низкочастотной изменчивости как синоним применяется термин долгопериодная изменчивость, под которой понимается то, что климатологи часто обозначают как «декадная» и «вековая» изменчивость.

Научная новизна работы В.В. Мацковского состоит в обобщении основных факторов, влияющих на сохранение долгопериодной изменчивости климата, содержащейся в реконструкциях на основе годовых колец деревьев, а также в развитии и разработке нескольких методик, нацеленных на выделение и усиление низкочастотного сигнала, получаемого из древесно-кольцевых данных.

Высокий уровень полученных в диссертации результатов подтверждается их апробацией на российских и международных конференциях и публикациями в рецензируемых журналах.

Результаты, представленные в диссертации, получены В. В. Мацковским самостоятельно или при его непосредственном участии. Автор проделал большую работу по развитию методик анализа данных, компьютерно реализовал их алгоритмы, в том числе способы визуализации результатов. Одновременно, автор принимал участие в полевых исследованиях, самостоятельно подготовил и проанализировал сотни собранных образцов.

Диссертационная работа состоит из введения, восьми глав, заключения, выводов, списка терминов, списка сокращений, перечня использованной литературы и приложения. Объем работы составляет 287 страниц и включает 55 рисунков и 16 таблиц.

Переходя к характеристике работы сразу хочу отметить, что изучать данную диссертацию было трудно, поскольку она, с одной стороны пронизана математикой, но, к сожалению, не содержит формул (в тексте есть всего одна). Некоторые вещи общепринятые и поэтому понятны: спектр, сплайн, регрессия и др., но специальные методики и алгоритмы (RCS, RC1SF и др.) совершенно загадочны, другие (например, SSA-декомпозиция и др.) неясны потому, что под одинаковым названием могут скрываться разные вещи. Все это приходилось принимать на веру, что снижает, несомненно, ценность моей рецензии.

Диссертация посвящена методам получения конечных продуктов палеоклиматических реконструкций. Причины, приводившие к проявлению тех или иных событий в истории климата, как правило, не анализируются. В тех некоторых случаях, когда автор пытается это делать, у него получается не очень удачно. Так, в главе 7 экстремумы сопоставляются с календарем извержений вулканов, но при этом забыты основные моды изменчивости климатической системы.

Во введении продемонстрирована актуальность, новизна и другие обычные в этом случае формальные позиции.

В первой главе обсуждается применимость древесно-кольцевых данных для реконструкции низкочастотной климатической изменчивости. Обсуждаются влияние возрастных трендов и связанных с ними методов стандартизации (удаления возрастного тренда), проблемы калибровки, дивергенции (снижение связности трендов годовичных колец и температур в последние десятилетия) и соотношения разных частот в спектрах древесно-кольцевых хронологий.

Во второй главе рассмотрены методы стандартизации с точки зрения необходимости сохранения низкочастотной изменчивости в древесно-кольцевых данных. Для этого автор сравнивает 11 методов. К сожалению, их описание отсутствует, только раскрыты аббревиатуры. После проведения экспериментов с реальными и модельными данными автор приходит к выводу о том, что наиболее удачным для выделения низкочастотного климатического сигнала из древесно-кольцевой хронологии является метод RC2SFC. При этом некоторые другие методы дают близкие результаты, в этом случае выбор метода мог бы быть мотивирован не только формальным статистическим преимуществом, но и определенным преимуществом «физичности» тех или иных схем. Однако на эту тему ничего нельзя сказать из-за нерасшифрованности анализируемых методик.

В третьей главе приводятся описание и пример применения авторского метода климатической реконструкции на основе древесно-кольцевых данных. Это так называемый метод «DIRECT», рассматриваемый как альтернатива стандартизации. Представленный метод, по мнению автора, позволяет решить проблему потери части низкочастотной климатической изменчивости, происходящей из-за процесса стандартизации древесно-кольцевых данных, но при этом позволяет учесть фактор возраста и нелинейность отклика при оценке климатической чувствительности деревьев. К сожалению, оценить особенности метода трудно, так как описания, кроме краткого текстового, не приводится.

Здесь проявляется серьезная проблема, которая встает перед каждым создателем того или иного нового метода – как оценить, приводит ли новый метод к улучшению результата? В рассматриваемом случае этот вопрос очень конкретен: на каком основании можно считать, что низкочастотная климатическая изменчивость, присутствующая при использовании метода DIRECT, лучше воспроизводит реальность, чем ее отсутствие при использовании метода (методов) стандартизации? К попыткам ответа на данный вопрос автор обращается в своем исследовании неоднократно, однако ответа все равно нет, поскольку нет независимого материала для верификации. Набор инструментальных данных не может быть использован в этом качестве, поскольку он применяется для калибровки и, кроме того, продолжительность наблюдений не так велика, чтобы низкочастотная изменчивость значимо проявилась. Приходится для подтверждения своих результатов апеллировать к «известным особенностям климатов прошлого», что, конечно, есть априорный выбор критерия и не может приветствоваться. Тем более, что «известные особенности» климатов прошлого спорны, они могут быть представлены альтернативно, что, возможно, впервые было акцентированно показано еще 20 лет назад в процессе обсуждения реконструкции климата в форме «кляушки Манна» в работах Моберга, Сонечкина и др.

В четвертой главе описана методика удаления из рядов сигналов неклиматической природы, связанных, по мнению автора, со вспышками численности насекомых-вредителей. Отметим, кстати, что эти «вспышки» связаны, в том числе, и с климатическими аномалиями. Предложенная методика была апробирована на древесно-кольцевых данных, произрастающих в юго-восточной части острова Исла-Гранде архипелага Огненная Земля. В данной главе на основе корреляции с метеорологическими данными, а также на основе моделирования с помощью уплощенной имитационной модели роста деревьев показано, что описанная корректировка усилила климатический отклик в исследованных древесно-кольцевых хронологиях. Далее в рассматриваемой главе предлагается использовать скорректированные хронологии для палеоклиматических исследований, а также приводятся соображения по поводу влияния предложенной корректировки на низкочастотные характеристики реконструируемого сигнала.

В пятой главе на основе набора из нескольких десятков древесно-кольцевых хронологий с Огненной Земли, включающих скорректированные хронологии, описанные в предыдущей главе, построена реконструкция летних температур в регионе с 1765 года. Методическая часть включает сравнение регрессии методом частных наименьших квадратов с методом регрессии на главные компоненты при использовании множественных древесно-кольцевых предикторов для точечной (в данном случае региональной) климатической реконструкции. Успешность этого исследования указывает на способность метода наименьших квадратов выделять отдельные хронологии-предикторы, содержащие важный климатический сигнал, в том числе благодаря особым локальным условиям произрастания деревьев. Материал этой главы интересен, однако непонятно, насколько методы, развитые для этой территории, универсальны? Зачем, в контексте диссертации, было обращаться к материалам по Огненной Земле, а не к какому-то другому региону? Кроме, конечно, того обстоятельства, что эти результаты получены самим автором.

Шестая глава посвящена поиску низкочастотной климатической изменчивости в различных статистических характеристиках древесно-кольцевых хронологий, отличных от колебаний среднего значения. Для описания такого рода изменчивости автором диссертации введено понятие «скрытой долгопериодной изменчивости», означающее, что она отсутствует в изменении средних значений самого ряда, но может быть обнаружена в изменчивости экстремальных характеристик (дисперсии и времени возврата экстремумов). Показано, что эти характеристики могут быть рассчитаны и для хронологий, из которых низкочастотная изменчивость (в средних значениях) была удалена в процессе стандартизации. Следует отметить, что в теории климата вопрос о том, возможны ли изменения экстремальности при сохранении среднего состояния проработан крайне недостаточно, проблема решена, в каком-то смысле, только для исключительно упрощенных моделей.

В седьмой главе обсуждается уникальность и взаимодополняемость низкочастотной изменчивости в древесно-кольцевых данных и в других типах данных о климате прошлого, а именно данных более низкого разрешения. В ней, с одной стороны, приводятся примеры сравнения этих архивов, подтверждающие наличие низкочастотной изменчивости в годичных кольцах деревьев, а с другой, описана реконструкция, построенная на основе объединения сигналов с разными частотными характеристиками из различных косвенных данных.

Результаты этой главы вызывают ряд принципиальных вопросов. Как уже было отмечено, главная задача диссертации посвящена тому, как преобразовывать исходный ряд, чтобы максимально сохранить проявление низкочастотной климатической составляющей. В главе 7 автор с помощью собственного метода получает палеотемпературную кривую, которая объявляется «итоговой реконструкцией аномалий температуры для северо-востока Европы». Возникает естественный вопрос: почему эта кривая лучше предыдущих?

Насколько чувствителен результат («итоговая кривая») к использованному набору данных, на которых осуществлено обобщение?

На рис.7.5 эта «итоговая реконструкция» сопоставляется с полушарными реконструкциями Моберга (в списке литературы эта ссылка отсутствует, но, по-видимому, это известная работа Моберга, Сонечкина и др., уже упомянутая в данном отзыве), а также кривыми Клименко и Эспер. Непонятно, в чем цель сравнения разномасштабных величин. Кроме того, неясно, почему нет сопоставления с кривой Манна («клюшкой Манна»), и с самым последним, по-видимому, «официальным» результатом на эту тему, обобщенной палеотемпературной кривой, приведенной в Шестом отчете IPCC. Какой вывод следует из того факта, что некоторые особенности полушарных средних напоминают те, что представлены на «итоговой кривой», а другие – нет? Ведь неясно, какое поведение истинно. Например, на кривой из Шестого доклада IPCC теплая средневековая аномалия практически отсутствует, а на «итоговой кривой» она есть - означает ли это, что данное событие имело региональный характер и проявилось только на северо-востоке Европы? Этот вывод был бы очень важен, поскольку он ставил бы вопрос о генезисе этого явления в разрез принятой в настоящее время концепции, которая базируется на роли инсоляционных колебаний и вулканически-аэрозольных вариациях, имеющих планетарный отклик.

Второй вопрос связан с сопоставлением высокодетальных дендроданных и реконструкций грубого разрешения. Автор решает эту задачу отслеживая одинаковые или неодинаковые тренды (см. рис.7.7, например), пытаясь обнаружить общность поведения. Однако сопоставимость может иметь место, даже если форма палеокривых совсем не соответствует друг другу. Я имею в виду, например, поведение ледников, у которых сигнал высокочастотных флуктуаций интегрируется, порождая долгопериодное изменение. В этом случае белый шум флуктуаций температуры и красный шум динамики ледников, совсем визуально различные, будет отражать единую генетическую природу.

В-третьих, мне кажется, что автор неоправданное внимание придает выявлению периодичностей. Так, в данной главе выделены колебания с периодами 499, 195 лет, 73, 48 и 24 года, которые правильнее отнести к проявлению своеобразного шума, являющегося характерной особенностью декадной и вековой изменчивости. Дело в том, что в этом диапазоне масштабов собственный механизм генерации (инсоляционные колебания и вулканически-аэрозольные вариации), сочетается с каскадными переносами энергии по спектру от высоких частот (за счет броуновского механизма) и низких частот (колмогоровским способом от энергонесущей зоны циклов Миланковича). Признаком реальности подобного явления выступает факт непрерывности климатического спектра и характерная особенность его кривой, выраженная зависимостью спектра от частоты колебаний. Итогом является сложный, со свойствами шума, набор флуктуаций климата. Поэтому, за достаточно редким исключением (событий Дансгора - Оешгера и Хайнриха, а также тех, которые соотносимы с вариациями солнечной активности и вулканическими извержениями взрывного типа), природу ритмичности данного масштаба установить трудно, и это в принципе непродуктивное занятие, поскольку мы имеем дело с хаотическими явлениями.

Восьмая глава отличается от предыдущих сменой тематики – автор переходит к анализу прироста деревьев, исследуя вопрос о том, что произойдет в текущем 21 веке. Для построения прогноза используются ежемесячные выходные данные климатического моделирования, поступающие на вход модели Ваганова-Шашкина, описывающей рост деревьев. Представленная методика тестируется на локальных данных из различных географических районов, а затем она применяется для глобального прогноза прироста. Из текста диссертации следует, что это модель промежуточной сложности между методом множественной линейной регрессии и более сложными имитационно-физиологическими

моделями. К сожалению, автор (традиционно!) не считает нужным сказать о ней хоть несколько слов. Поэтому остается непонятным, например, насколько полно учтены лимитирующие прирост факторы, как устроена в модели климатогенная сукцессия и, в частности, как это все влияет на инерционность растительного сообщества, определяя запаздывание реакции по отношению к климатическому сигналу.

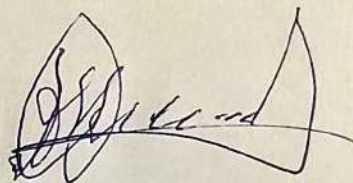
В заключении подводится итог диссертационного исследования.

В целом можно отметить, что в диссертации хорошо проработаны вопросы, касающиеся способности древесно-кольцевых данных воспроизводить долгопериодные климатические изменения, оценена степень необходимости применения процесса стандартизации, продемонстрирована методика удаления сигналов неклиматического происхождения. Представленные выводы обоснованы, они согласуются с целью и задачами работы. Те вопросы, которые у меня возникли (см. выше), носят общий характер в том смысле, что они адресуются ко всей палеогеографической науке, представителем которой является автор диссертации.

Диссертационная работа Мацковского В.В. «Долгопериодная климатическая изменчивость в параметрах годичных колец деревьев» это серьезное исследование, соответствующее требованиям, установленным в пунктах 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Её автор заслуживает присуждения ученой степени доктора географических наук по специальности 1.6.14. – Геоморфология и палеогеография.

23 ноября 2022 года

Официальный оппонент  
Кислов Александр Викторович  
доктор географических наук, профессор,  
заведующий кафедрой метеорологии и климатологии географического факультета  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего  
образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»



Адрес: 119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1,

Телефон: 8 495 9393043

Email: avkislov@mail.ru

Я, Кислов Александр Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись А.В.Кислова заверяю.

Декан географического факультета  
МГУ имени М.В.Ломоносова  
академик РАН, профессор



С.А.Добролюбов