

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Фонта Марины Викторовны «Климатический сигнал в параметрах годовых колец (плотности древесины, анатомической структуре и изотопном составе) хвойных и лиственных видов деревьев в различных природно-климатических зонах Евразии», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 «Экология (биология) (биологические науки)»

Леса являются объектом воздействия изменений климата, которое приводит к изменениям их состояния. Однако леса также играют существенную роль в глобальном цикле углерода, поскольку поглощают CO_2 при формировании прироста биомассы и выделяют CO_2 при разложении мертвого органического вещества. В конце XX века общее содержание углерода в наземных экосистемах оценивалось в 2500 Гт(С), 500 из которых приходилось на биомассу растений. При этом время жизни углерода в древесине существенно больше, чем в остальных резервуарах. Поэтому процесс накопления биомассы древесными растениями является одним из важнейших в формировании глобальных уровней содержания CO_2 в атмосфере – наиболее важного парникового газа после водяного пара. На содержание CO_2 прежде всего оказывает влияние хозяйственная деятельность. Таким образом, тема диссертации М.В. Фонта – исследование климатогенного сигнала в параметрах годовых колец деревьев – безусловно актуальна. Также весьма удачен выбранный географический охват – Евразия, что, с одной стороны, важно для изучения российских лесов, а с другой – дает возможность рассматривать более широкий контекст.

При работе над диссертацией М.В. Фонта рассмотрела достаточно полно весь комплекс задач: изучены собственно разные фазы процесса образования ксилемы и их особенности у различных видов древесных растений и в различных местообитаниях; проанализированы лимитирующие факторы этих процессов и выявлена роль климатических и неклиматических факторов; использован метод имитационного моделирования в дополнение к традиционным методам дендроклиматического анализа. Применен широкий спектр современных методов, что говорит о достоверности и надежности полученных выводов и заключений.

Положения, вынесенные на защиту, охватывают множество новых для науки элементов. Среди них можно отметить следующие:

- выявление климатического сигнала и участия резервных ассимилятов в формировании радиального годового прироста у деревьев, произрастающих в различных природно-климатических зонах;
- установление факторов внутригодовой изменчивости доли содержания ^{13}C в годовых кольцах хвойных и лиственных пород деревьев, а именно, выявление специфики влияния климатических факторов и внутрисезонных факторов иной, неклиматической природы;
- установление перспективы оценки рисков при акклиматизации к наблюдаемым и ожидаемым изменениям климата;
- анализ, проведенный с использованием имитационного моделирования, совместного действия климатических факторов и физиологических факторов при формировании структуры и размера годовых колец.

Эти положения указывают на существенную новизну методологического подхода к проблеме и значимость для фундаментальной и прикладной науки. Выполненное исследование содержит новое знание в области выявления климатической составляющей в структурно-функциональных изменениях ксилемы деревьев.

Многие результаты, полученные автором диссертации в ходе диссертационного исследования, уже интегрированы в мировой научно-исследовательский процесс (в том числе в международные специализированные базы данных), что безусловно характеризует высокую практическую значимость проведенных исследований.

Результаты диссертационной работы успешно докладывались М.В. Фонти на специализированных научных собраниях (число из весьма внушительно) – отечественных и международных. Эти результаты в достаточной мере опубликованы в научных изданиях – 28 реферируемых в системе Web-of-Science.

Диссертация М.В. Фонти построена логично по главам: 1) Аналитический обзор литературы; 2) Объекты и методы исследования; 3) Климатически обусловленные изменения параметров годовых колец хвойных и лиственных видов деревьев вдоль Европейского трансекта; 4) Рост хвойных и лиственных видов деревьев в разных природно-климатических зонах Центрально-Сибирского трансекта; 5) Климатически обусловленные изменения параметров годовых колец хвойных и лиственных видов вдоль широтного трансекта в криолитозоне Сибири.

Выводы диссертации естественно объединяются по смысловым группам.

К первой группе относятся выводы 1 - 4, которые изначально основаны на результатах о содержании углерода 13-го в годовых кольцах хвойных и лиственных пород деревьев в разных географических условиях, а также у быстро- и медленно растущих хвойных. Весьма фундаментальным и важным является 4-й вывод о том, что в годовом масштабе времени именно климатические факторы определяют соотношение изотопов углерода у хвойных и лиственных пород деревьев, а в сезонном масштабе времени возникают расхождения под влиянием внутренних, неклиматических факторов. Работа с изотопом углерода при высоком временном разрешении позволила обнаружить специфику климатического сигнала в годовых кольцах древесных растений различных групп, а также выявить роль резервных ассимилятов в их формировании. Это открыло новые возможности для исследования автономных адаптаций деревьев к изменениям климата, в данном случае - в процессе изменения структуры ксилемы при изменении климата (3-й вывод).

Ко второй группе относятся выводы 5 - 7, географически ассоциированные с меридиональными трансектами. На Центрально-Сибирском трансекте обнаружена область географического пространства, где происходит смена фактора, лимитирующего радиальный прирост березы *Betula sp.* – с температуры на увлажнение. Анализ данных о годовых кольцах хвойных пород деревьев на этом же трансекте с использованием метода математического моделирования позволил выявить сезонные особенности процесса роста с большой детальностью.

Очень важны выводы 8 и 9, которые касаются произрастания деревьев на многолетней мерзлоте. Установлены особенности характера роста лиственницы Гмелина на участках криолитозоны, находящихся на различных стадиях деградации. Исследование фактически проведено по градиенту глубины деятельного слоя почвы. В то же время обнаружено, что по крайней мере в Средней Сибири ель сибирская *Picea obovata* не демонстрирует четкого климатического сиг-

нала в радиальном приросте, что делает преждевременным ее широкое использование в дендроклиматических реконструкциях.

Исследования меридиональных трансектов показало, что и хвойные, и лиственные породы деревьев демонстрируют видовые особенности отклика на погодно-климатические факторы как во времени, так и в пространстве (10-й вывод).

В заключение (11-й вывод) М.В. Фонти подчеркивает, что именно сочетание многопараметрического (т.е. использующего одновременно значительную совокупность параметров, характеризующих годичное кольцо дерева) и междисциплинарного (т.е. использующего и дендрохронологические методы, и углеродный анализ) подходов позволяет проводить тонкий анализ процесса формирования годичного кольца и вычленение вклада различных факторов в этот процесс.

Эти выводы в достаточной мере обоснованы материалами диссертационной работы.

Тем не менее, представленная диссертация не лишена недостатков. Опуская неизбежные мелкие и редакционные замечания, остановлюсь лишь на нескольких.

А. В обоснование выбора трансектов для диссертационного исследования приводится то соображение, что «... континентальность климата изменяется с запада на восток, а температура воздуха – с севера на юг.» (с. 37). Эта формулировка неудачна, поскольку первое наблюдается далеко не во всей Евразии. Обоснование было необходимо дать более четко.

Б. Судя по таблице, в которой приведены характеристики точек пробоотбора, они значительно различаются по высоте н.у.м. (например, три точки в Италии и точка Монгун-Тайга в России расположены на высоте более 1 км, см. с. 39, табл. 2.1.1). Влияет ли этот фактор на наблюдаемые закономерности, наряду с широтой и долготой?

В. Хотя изучению содержания кислорода-18 в годичных кольцах деревьев в работе уделено много места (подробные и очень интересные данные о корреляциях приводятся, например, на с. 218), не совсем ясно, какова специфическая роль индекса $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ для оценки влияния изменения климата на годичные кольца деревьев конкретно в данном исследовании. Вероятно, в ответах на вопросы это будет разъяснено М.В. Фонти.

Г. В главе 3, посвященной результатам исследований европейского трансекта автор диссертации указывает на «слабость климатического влияния» на радиальный прирост некоторых видов деревьев, ссылаясь на «низкие значения коэффициентов чувствительности» (с. 73). Это очень принципиальный вопрос как в ресурсном отношении (насколько изменения климата уменьшают или увеличивают прирост древесины), так и для метода дендроклиматических реконструкций (насколько точно климат можно восстанавливать по историческим образцам древесины). Поскольку это не отражено в выводах, хотелось бы чтобы М.В. Фонти разъяснила это.

Д. В таблицах 3.1.2 и 3.1.3 (с. 81) употребляется в заголовках словосочетание «Средние среднеквадратичные вариации...». Поскольку это не стандартный статистический термин, надо было бы его пояснить подробнее.

Эти и некоторые другие замечания не снижают ценности работы и не ставят под сомнение достоверность и новизну полученных результатов. Марина Викторовна уже сейчас широко известна на научной общественности по результатам, вошедшим в диссертационную работу.

Потенциальными потребителями результатов диссертационной работы являются различные организации Российской Академии наук, Министерства природных ресурсов и экологии, Росгидромета, Министерства образования и науки РФ, других ведомств.

Текст автореферата правильно и полно отражает содержание диссертации.

Представленная диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Приведенные выше замечания не умаляют её значимости и не снижают общего, безусловно положительного впечатления.

Работа, несомненно, соответствует требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842.

Автор диссертации, М.В. Фонт, заслуживает присуждения ей учёной степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 «Экология (биология) (биологические науки)».

Официальный оппонент
Семенов Сергей Михайлович,
доктор физико-математических наук,
специальность 03.00.02 - Биофизика
Профессор



Handwritten signature

Научный руководитель Федерального государственного бюджетного учреждения "Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля"

Адрес: Москва, ул. Глебовская, д. 20Б,

Интернет-сайт: <http://www.igce.ru>
Электронная почта: fgbuigce@igce.ru

Раб. тел.: (499) 1692411

Я, Семенов Сергей Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку.

11.01.2021

Handwritten signature

С.М. Семенов

Подпись научного руководителя ФГБУ «ИГКЭ» Семенова Сергея Михайловича заверяю.

11.01.2021

Ученый секретарь ФГБУ «ИГКЭ», к.х.н. А.И. Ладыльщикова

