

Заключение диссертационного совета Д 999.119.02, созданного на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации и федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени доктора наук

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 16 февраля 2021 г. № 13/3

О присуждении Фонти Марине Викторовне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора биологических наук.

Диссертация «Климатический сигнал в параметрах годовых колец (плотности древесины, анатомической структуре и изотопном составе) хвойных и лиственных видов деревьев в различных природно-климатических зонах Евразии» по специальности 03.02.08 – Экология (биология) (биологические науки) принята к защите 27 октября 2020 г., (протокол заседания № 13/2) диссертационным советом Д 999.119.02, созданном на базе ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79 и ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 660036, г. Красноярск, Академгородок, 50, приказ Минобрнауки России от 24 января 2017 года № 16/нк.

Соискатель Фонти Марина Викторовна, 1981 года рождения, в 2007 г. защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук на тему «Динамика роста, структуры и вариации $\delta^{13}\text{C}$ в годовых кольцах бука (*Fagus sylvatica* L.), сосны (*Pinus cembra* Pall.) и ели (*Picea abies* (L.) Karst.)» по специальности 03.00.16. – «Экология» в диссертационном совете, созданном

на базе Института леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук. Работает старшим научным сотрудником лаборатории биогеохимии экосистем федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Диссертация выполнена на кафедре экологии и природопользования ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант - доктор биологических наук, профессор, академик РАН Ваганов Евгений Александрович, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», ректорат, научный руководитель СФУ.

Официальные оппоненты:

1. Моисеев Павел Александрович, доктор биологических наук, ФГБУН Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория геоинформационных технологий, заведующий.
 2. Арефьев Станислав Павлович, доктор биологических наук, Институт проблем освоения Севера Сибирского отделения Российской академии наук – структурное подразделение ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, сектор биоразнообразия и динамики природных комплексов, заведующий.
 3. Семенов Сергей Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля», научный руководитель института
- дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГАОУ ВО "Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова", г. Якутск, в своем положительном отзыве, подписанном Пестряковой Людмилой Агафьевной, профессором, доктором географических наук, научным руководителем лаборатории БиоМ, указала, что диссертация Фонта М.В. отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 28 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 28 работ. Общий объем работ – 18,88 п. л. (авторский вклад – 6,64 п. л.).

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Скомаркова, М.В. Годичные и внутрисезонные изменения радиального прироста, плотности древесины и соотношения изотопов $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ в годичных кольцах бука / М.В. Скомаркова, Е.А. Ваганов, Э.-Д. Шульце, П. Линке // Лесоведение. – 2006. – №2. – С. 9-20.
2. Skomarkova, M.V. Inter-annual and seasonal variability of radial growth, wood density and carbon isotope ratios $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ in tree rings of beech (*Fagus sylvatica*) growing in Germany and Italy / M.V. Skomarkova, E.A. Vaganov, M. Mund, A. Knohl, P. Linke, A. Boerner, E.-D. Schulze // *Trees: Structure and Function*. – 2006. – V. 20(5). – P. 571-586.
3. Ваганов, Е.А. Влияние климатических факторов на прирост и плотность древесины годичных колец ели и сосны в горах Северной Италии / Е.А. Ваганов, М.В. Скомаркова, Э.-Д. Шульце, П. Линке // Лесоведение. – 2007. – №2. – С. 37-44.
4. Ваганов, Е.А. Вариации структуры и изотопного состава годичных колец ели и сосны в горах Северной Италии / Е.А. Ваганов, М.В. Скомаркова, Э.-Д. Шульце, П. Линке // Лесоведение. – 2007. – №3. – С. 32-39.
5. Скомаркова, М.В. Климатическая обусловленность радиального прироста хвойных и лиственных пород деревьев в подзоне средней тайги Центральной Сибири / М.В. Скомаркова, Е.А. Ваганов, К. Вирт, А.В. Кирдянов // География и природные ресурсы. – 2009. – №2. – С. 80-85.
6. Vaganov, E.A. Intra-annual variability of anatomical structure and $\delta^{13}\text{C}$ values within tree rings of spruce and pine in alpine, temperate and boreal Europe / E.A. Vaganov, E.-D. Schulze, M.V. Skomarkova, A. Knohl, W. Brand, C. Roscher // *Oecologia*. – 2009. – V. 161. – P. 729-745.
7. Mund, M. The influence of climate and fructification on the inter-annual variability of stem growth and net primary productivity in an old-growth, mixed beech forest / M. Mund, W.L. Kutsch, C. Wirth, T. Kahl, A. Knohl, M.V. Skomarkova, E.-D. Schulze // *Tree Physiology*. – 2010. – V. 30. – P. 689-704.
8. Брюханова, М.В. Сезонные изменения $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, анатомической

структуры и плотности древесины в годичных кольцах клена ложноплатанового, бука европейского и ясеня обыкновенного / М.В. Брюханова, Е.А. Ваганов, П.П. Силкин, Э.-Д. Шульце // Лесоведение. – 2010. – №5. – С. 3-11. 9. Брюханова, М.В. Влияние климатических факторов и резервных ассимилятов на радиальный прирост и соотношение изотопов углерода в годичных кольцах хвойных и лиственных пород деревьев / М.В. Брюханова, Е.А. Ваганов, К. Вирт // Сибирский экологический журнал. – 2011. – №2. – С. 71-79. 10. Бабушкина, Е.А. Трансформация климатического отклика в радиальном приросте деревьев в зависимости от топографических условий их произрастания / Е.А. Бабушкина, А.А. Кнорре, Е.А. Ваганов, М.В. Брюханова // География и природные ресурсы. – 2011. – №1. – С. 159-166. 11. Брюханова, М.В. Зависимость радиального прироста лиственницы Гмелина от гидротермического режима почв в подзоне северной тайги Средней Сибири / М.В. Брюханова // Вестник СибГАУ. – 2011. – №7 (40). – С. 80-84. 12. Табакова, М.А. Зависимость прироста лиственницы Гмелина на севере Средней Сибири от локальных условий произрастания / М.А. Табакова, А.В. Кирдянов, М.В. Брюханова, А.С. Прокушкин // Журнал СФУ. Биология. – 2011. – Т.4. – №4. – С. 314-324. 13. Sidorova, O.V. A multi-proxy approach for revealing recent climatic changes in the Russian Altai / O.V. Sidorova, M. Saurer, V.S. Myglan, A. Eichler, M. Schwikowski, A.V. Kirilyanov, M.V. Bryukhanova, O.V. Gerasimova, I. Kalugin, A. Daryin, R.T.W. Siegwolf // Climate Dynamics. – 2012. – V. 38. – P. 175-188. 14. Bryukhanova, M. Xylem plasticity allows rapid hydraulic adjustment to annual climatic variability / M. Bryukhanova, P. Fonti // Trees: Structure and Function. – 2013. – V.27(3). – P. 485-496. 15. Fonti, P. Temperature-induced responses of xylem structure of *Larix Sibirica* Ldb. (Pinaceae) from Russian Altai / P. Fonti, M.V. Bryukhanova, V.S. Myglan, A.V. Kirilyanov, O.V. Naumova, E.A. Vaganov // American Journal of Botany. – 2013. – V. 100 (7). – P. 1332-1343. 16. Брюханова, М.В. Особенности ксилогенеза *Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr. в условиях криолитозоны Средней Сибири / М.В. Брюханова, А.В. Кирдянов, А.С. Прокушкин, П.П. Силкин // Экология. – 2013. – №5. – С. 323-329. 17. Брюханова, М.В. Влияние погодных условий на анатомическую структуру

годовых колец лиственницы Гмелина на севере Средней Сибири / М.В. Брюханова, А.В. Кирдянов, И.В. Сви́дерская, Н.П. Почебыт // Лесоведение. – 2014. – №4. С. – 36-40. **18.** Bryukhanova, M.V. The response of $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ and cell anatomy of *Larix gmelinii* tree rings to differing soil active layer depths / M.V. Bryukhanova, P. Fonti, A.V. Kirilyanov, R.T.W. Siegwolf, M. Saurer, N.P. Pochebyt, O.V. Churakova (Sidorova), A.S. Prokushkin // *Dendrochronologia*. – 2015. – V. 34. – P. 51-59. **19.** Rinne, K.T. The relationship between needle sugar carbon isotope ratios and tree rings of larch in Siberia / K.T. Rinne, M. Saurer, A.V. Kirilyanov, N. Loader, M.V. Bryukhanova, R. Werner, R.T.W. Siegwolf // *Tree Physiology*. – 2015. – V. 35(11). – P. 1192-1205. **20.** Rinne, K.T. Examining the response of needle carbohydrates from Siberian larch trees to climate using compound-specific $\delta^{13}\text{C}$ and concentration analysis / K.T. Rinne, M. Saurer, A.V. Kirilyanov, M.V. Bryukhanova, A.S. Prokushkin, O.V. Churakova (Sidorova), R.T.W. Siegwolf // *Plant, Cell and Environment*. – 2015. – V. 38. – P. 2340-2352. **21.** Cuny, H.E. Woody biomass production lags stem-girth increase by over one month in coniferous forests / H.E. Cuny, C.B.K. Rathgeber, D. Frank, P. Fonti, H. Mäkinen, P. Prislan, S. Rossi, E. Martinez del Castillo, F. Campelo, H. Vavrčik, J.J. Camarero, M.V. Bryukhanova, T. Jyske, J. Gričar, V. Gryc, M. De Luis, J. Vieira, K. Čufar, A.V. Kirilyanov, W. Oberhuber, V. Treml, J.-G. Huang, X. Li, I. Swidrak, A. Deslauriers, E. Liang, P. Nöjd, A. Gruber, C. Nabais, H. Morin, C. Krause, G. King, M. Fournier // *Nature Plants*. – 2015. – V.1(11). – P. 1-6. doi: 10.1038/NPLANTS.2015.160. **22.** Shishov, V.V. VS-oscilloscope: a new tool to parameterize tree radial growth based on climate conditions / V.V. Shishov, I.I. Tychkov, M.I. Popkova, V.A. Ilyin, M.V. Bryukhanova, A.V. Kirilyanov // *Dendrochronologia*. – 2016. – V. 39. – P. 42-50. **23.** Björklund, J. Cell size and wall dimensions drive distinct variability of earlywood and latewood density in Northern Hemisphere conifers / J. Björklund, K. Seftigen, F. Schweingruber, P. Fonti, G. von Arx, M.V. Bryukhanova, H.E. Cuny, M. Carrer, D. Castagneri, D.C. Frank // *New Phytologist*. – 2017. – V. 216(3). – P. 728-740. **24.** Fonti, M.V. Age-effect on intra-annual $\delta^{13}\text{C}$ -variability within Scots pine tree-rings from Central Siberia / M.V. Fonti, E.A. Vaganov, C. Wirth, A.V. Shashkin, N.V. Astrakhantseva, E.-D.

Schulze // Forests. – 2018. – V. 9(6). – P. 1-14. **25.** Popkova, M.I. Modeled tracheidograms disclose drought influence on Pinus sylvestris tree-rings structure from Siberian forest-steppe / M.I. Popkova, E.A. Vaganov, V.V. Shishov, E.A. Babushkina, S. Rossi, M.V. Fonti, P. Fonti // Frontiers in Plant Science. – 2018. – 9:1144. **26.** Фонти, М.В. Многолетняя изменчивость анатомических параметров годовичных колец лиственницы, сосны и ели в криолитозоне Средней Сибири / М.В. Фонти, В.В. Фахрутдинова, Е.В. Калинина, И.И. Тычков, М.И. Попкова, В.В. Шишов, А.Н. Николаев // Лесоведение. – 2018. – №6. – С. 403-416. **27.** Калинина, Е.В. Сезонное формирование годовичных колец лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в зоне южной тайги Средней Сибири / Е.В. Калинина, А.А. Кнорре, М.В. Фонти, Е.А. Ваганов // Экология. – 2019. – №3. – С. 182 – 188. **28.** Churakova (Sidorova), O.V. Heterogeneous response of Siberian tree-ring and stable isotope proxies to the largest Common Era volcanic eruptions / O.V. Churakova (Sidorova), M.V. Fonti, M. Saurer, S. Guillet, C. Corona, P. Fonti, V.S. Mygland, A.V. Kirilyanov, O.V. Naumova, D.V. Ovchinnikov, A.V. Shashkin, I.P. Panyushkina, U. Buentgen, M.K. Hughes, E.A. Vaganov, R. Siegwolf, M. Stoffel // Climate of the Past. – 2019. – V.15. – P. 685–700.

На автореферат диссертации поступили отзывы: **1.** Бабушкина Е.А. канд биол. наук, отзыв положительный; 7 замечаний; **2.** Быков Н.И., канд. геогр. наук; отзыв положительный; 1 замечание; **3.** Воронин В.И., д-р биол. наук; отзыв положительный; 1 замечание; **4.** Головацкая Е.А., д-р биол. наук; отзыв положительный; 1 замечание; **5.** Лоскутов С.Р., д-р хим. наук; отзыв положительный; без замечаний; **6.** Мазепа В.С., д-р биол. наук; отзыв положительный; 2 замечания; **7.** Матвеев С.М., д-р биол. наук, отзыв положительный; без замечаний; **8.** Матвеева Р.М., д-р с.-х. наук; отзыв положительный; без замечаний; **9.** Панюшкина И.П., канд. биол. наук; отзыв положительный; без замечаний. **10.** Розенберг Г.С., д-р биол. наук; отзыв положительный; 1 замечание **11.** Тартаковский В.А. д-р физ.-мат. наук, Волков Ю.В. канд. техн. наук, Маркелова А.Н.; отзыв положительный; 1 замечание. **12.**

Петров И.А. канд. биол. наук; отзыв положительный; без замечаний; 13. Шавнин С.А. д-р биол. наук, Юсупов И.А. канд. с.-х. наук, положительный; 1 замечание.

Замечания не носят критический характер и не касаются научной новизны и практической значимости диссертационной работы. На замечания даны исчерпывающие ответы.

Выбор оппонентов и ведущей организации обоснован авторитетностью, компетентностью и высоким профессионализмом их научной деятельности в данной области исследований, а также способностью оценить научную и практическую ценность представленной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: **разработана** методология, позволяющая определить влияние климатических факторов на структурно-функциональные параметры годовых колец хвойных и лиственных видов древесных растений, произрастающих в различных природно-климатических зонах Евразии. В частности, разработан дендроклиматический подход, позволяющий рассмотреть различные участки произрастания лиственницы Гмелина в криолитозоне Средней Сибири как стадии деградации многолетней мерзлоты, при которых меняется гидротермический режим почвы и продолжительность сезона роста; **предложен** оригинальный многопараметрический и междисциплинарный подход для выявления климатических факторов, лимитирующих рост разных видов древесных растений в течение сезона роста; **доказана** перспективность использования результатов классического дендроклиматического анализа многопараметрических данных годовых колец деревьев с результатами имитационного моделирования, что позволяет количественно оценить последствия изменений окружающей среды на локальном, региональном и глобальном уровне; **введена** методика, определяющая размер репрезентативного объема выборки для проведения дендроклиматического анализа радиального прироста и анатомических параметров лиственных пород деревьев, для того чтобы количественно и достоверно оценить климатический сигнал в годовых кольцах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: **доказана** обоснованность и необходимость комплексного анализа годичных колец деревьев, когда используется сочетание минимум двух параметров (ширины колец, плотности древесины, анатомической структуры ксилемы, изотопного состава древесины или целлюлозы и т.д.) для проведения более точного дендроклиматического анализа и надежного прогноза роста древесных растений при меняющихся условиях среды. Мультипараметрический и междисциплинарный подход открывает перспективу не только для анализа физиологических процессов, но и выявления ведущих климатических факторов, определяющих их изменение в разные интервалы сезона роста и в разных климатогеографических условиях Евразии. **Применительно к проблематике диссертации результативно использован** широкий спектр стандартных и оригинальных методов дендрэкологии, мониторинга сезонного роста годичных колец, статистической обработки результатов, моделирования и оценки климатического сигнала, содержащегося в изменчивости параметров древесных колец; **изложены** аргументы в пользу видовой специфичности климатического сигнала в годичных кольцах деревьев (кольцесосудистые, рассеяннососудистые, хвойные), обусловленные фенологическими и физиологическими особенностями, в том числе вкладом резервных и текущих ассимилятов в формирование годичных колец; **раскрыт** потенциал комплексного подхода, объединяющего дендрохронологические методы и применение моделирования для древостоев Евразии; **изучена** зависимость изменчивости параметров древесных колец хвойных и лиственных видов от факторов внешней среды; **проведена модернизация** методов анализа мультипараметрических данных годичных колец деревьев, обеспечивающих получение новых результатов по теме диссертации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем что: **разработана и внедрена** методика отбора образцов для проведения дендроклиматического анализа радиального прироста и анатомических параметров лиственных пород деревьев, с целью количественно и

достоверно оценить климатический сигнал в годичных кольцах; *определены* возможности многопараметрического подхода в дендрохронологических исследованиях, при котором анализ различных функциональных групп анатомических параметров годичных колец деревьев (выполняющих водопроводящую и механическую функции) в различных природно-климатических зонах позволяет выявить физиологически обусловленную адаптацию структуры ксилемы к разным по климатическим условиям сезонам роста; *создана* система практических рекомендаций для анализа параметров годичных колец деревьев, определяющих устойчивость климатического сигнала, для последующего использования древесных видов для дендроклиматических реконструкций; *представлены* подходы для дальнейшего усовершенствования анализа параметров годичных колец деревьев разных видов и влияния факторов внешней среды на их рост.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее. *Для экспериментальных работ:* результаты получены на современном оборудовании, основаны на обширном фактическом материале, репрезентативном для пространственно-временного анализа от отдельного древостоя до региона; *теория* построена на принципах дендрохронологических и экофизиологических исследований, и проверена на обширном фактическом материале; *идея базируется* на передовом опыте в области дендрэкологии, физиологии растений, количественной анатомии древесины при изучении влияния факторов климатической и неклиматической природы на радиальный рост деревьев; *использованы* сравнительные оценки авторских данных о влиянии климатических факторов на рост древесных растений хвойных и лиственных видов в различных природно-климатических зонах Евразии и данных, полученных ранее по рассматриваемой тематике; *установлено* качественное соответствие результатов автора дендроклиматического анализа для Евразии с результатами, ранее изложенными в независимых источниках по измеренным стандартам, что обеспечивает адекватность сравнительного анализа и интерпретации полученных результатов; *использован* дендрохронологический

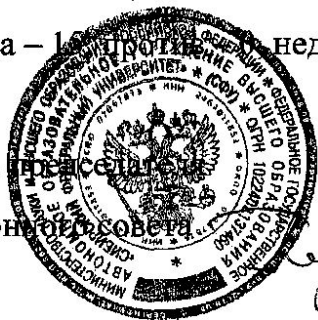
анализ, объединенный с анализом ксилогенеза и стабильных изотопов в древесине (целлюлозе) годовичных колец. Совокупность данных методов открывает принципиально новые подходы к исследованию отклика древесных растений, произрастающих в различных регионах Евразии. Данный подход позволяет анализировать механизмы взаимодействия между древесными растениями и окружающей средой, и оценить их динамику в условиях глобального и регионального изменений климата.

Личный вклад соискателя состоит в: постановке целей и задач различных этапов исследования, поиске методов и подходов, участии и организации в полевых исследованиях. Обработка дендрохронологического материала в лаборатории, измерение различных параметров годовичных колец, анализ, интерпретация и обобщение данных были выполнены соискателем.

На заседании 16 февраля 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Фонти М.В. ученую степень доктора биологических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 7 докторов наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология) (биологические науки), участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 1, против – 0, воздержавшихся – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель
диссертационного совета



Гладышев Михаил Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Глушченко Лариса Александровна

16 февраля 2021 года