

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Субботина Константина Сергеевича на тему «Биологическая продуктивность сосновых фитоценозов (подрод *Pinus*) в климатических градиентах Евразии», представленной на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 – лесоведение, лесоустройство и лесная таксация

Актуальность темы диссертационной работы, представленной к защите, корректно, убедительно и профессионально обоснована самим Константином Сергеевичем. Ее разработка отвечает, с одной стороны, потребностям экологического мониторинга и моделирования продуктивности лесов, с другой – востребованности в условиях глобального потепления оценки связи составляющих продуктивности лесных экосистем (фитомассы лесного насаждения, чистой первичной продукции (ЧПП) и удельной чистой продукции (УдЧПП)) с климатическим фактором.

Целью исследования явилась оценка составляющих биопродуктивности двухвойных сосен (подрод *Pinus*) в трансконтинентальных климатических градиентах на двух уровнях: дерева и фитоценоза в целом.

Для реализации поставленной цели соискатель формулирует пять задач. Их последовательное решение в четкой и сжатой форме определяет положения, выносимые на защиту, как:

- система многофакторных регрессионных моделей и закономерностей, отражающих изменение фракционной структуры фитомассы, ЧПП и УдЧПП двухвойных сосен на уровне дерева (кг) и фитоценоза (т/га) в трансконтинентальных градиентах Евразии;
- таблицы хода роста сосновых насаждений по ЧПП и УдЧПП для региона Урала.

Научная новизна. Соискателем впервые на уровне дерева сформирована база данных по запасу фитомассы двухвойных сосен Евразии, изучена структура фитомассы с использованием аллометрических моделей и выполнен анализ ее связи с зональностью территории в широтном направлении и с континентальностью ее климата – в меридиональном. На основе сформированной базы экспериментальных данных о фитомассе и ЧПП насаждений (т/га) двухвойных сосен впервые исследованы трансконтинентальные градиенты изменения фракционной структуры их фитомассы насаждений, ЧПП и УдЧПП на территории от Западной Европы до юга Китая. Впервые составлены таблицы хода роста сосновых насаждений по ЧПП и УдЧПП для Уральского региона.

Полученные ранее неизвестные количественные закономерности изменения фитомассы, ЧПП и УдЧПП двухвойных сосен на уровнях дерева и фитоценоза в

трансконтинентальных градиентах Евразии, а также составленные соискателем таблицы для определения фракционного состава фитомассы как для естественных сосняков, так и для культур, таблицы хода роста сосняков по чистой первичной продукции и удельной чистой продукции имеют практическую значимость. Результаты исследования могут быть использованы при осуществлении мониторинга лесов, количественной оценки их роли как хранилища углерода и стабилизатора газового состава атмосферы в условиях глобального потепления и повышения концентрации парниковых газов в атмосфере.

Работу Константина Сергеевича отличает логичность построения и представления результатов. Содержательная часть исследований изложена в главах 3-6, каждая из которых последовательно и целенаправленно отражает решение задач исследования.

Характеризуя в главе 1 состояние изученности проблемы, соискатель приводит подробную характеристику эколого-географических особенностей распространения двухвойных сосен (подрод *Pinus*) в пределах Евразии. Проведен анализ последовательного становления и развития исследований связи между массой отдельных частей и целого организма различных биологических видов с применением аллометрии, в том числе и ее использования при оценке фитомассы деревьев и распределении прироста по фракциям. Анализируются публикации коллег по аналогичной проблематике, в том числе полученные закономерности изменения биопродуктивности некоторых пород в трансконтинентальных градиентах. Проведен анализ применения аллометрии и в биологических исследованиях, в том числе теорий «метаболического масштабирования» и «адаптивного распределения масс». Отмечено отсутствие какой-либо информации о географии удельной чистой первичной продукции сосняков на материковом уровне.

Общая методология исследования, выдержанная в рамках научной школы В.А. Усольцева, не вызывает возражений.

Во второй главе приводится характеристика трех баз данных двухвойных сосен, объединяющих все замещающие их виды в пределах Евразии. По количеству использованных данных составленные базы не имеют аналогов. Одна включает информацию о структуре фитомассы 2540 модельных деревьев из публикаций 10 стран Евразии. Во второй представлена сводка данных 3020 пробных площадей о структуре фитомассы насаждений из 260 источников, опубликованных исследователями разных стран. В третьей базе данных собраны опубликованные материалы о структуре чистой первичной продукции (ЧПП) 920 насаждений в пределах ареалов двухвойных сосен Евразии. Около 80% данных взяты соискателем

из русскоязычных литературных источников, неиспользуемых зарубежными исследователями в сводках подобного рода из-за недоступности.

Замечания по главе 2. При формировании баз данных не показана лесотипологическая принадлежность пробных площадей, на которых определялась фитомасса деревьев и насаждений. В результате упущена возможность исследовать ее, например, на уровне замещающих типов леса. По-видимому, это составит предмет дальнейших исследований Константина Сергеевича.

В третьей главе «Фитомасса деревьев, ее аллометрические закономерности и связь с климатическими факторами» соискатель, используя свою базу данных о фитомассе деревьев и применив аллометрическую модель фитомассы, показал, что ее экспонента масштабирования изменяется по мере увеличения размера дерева и что аллометрическая модель может быть только закономерностью, но не законом. Как положительное в работе следует отметить использование соискателем исходных данных о фитомассе модельных деревьев, определяемой непосредственно на пробных площадях, в отличие от авторов теории метаболического масштабирования, теории фракталов и пайп-модели, теории адаптивного распределения масс. Последние построены на «площадных» данных о фитомассе насаждений, деленных на густоту – прием сомнительный из-за больших смещений места среднего дерева в разных условиях.

Уникален по новизне раздел 3.2. главы: «Изменение структуры фитомассы двухвойных сосен (кг) в трансконтинентальных градиентах Евразии». Здесь на статистически значимом уровне установлены трансконтинентальные зависимости фракционного состава фитомассы деревьев сосен с учетом региональных различий деревьев по возрасту, высоте, диаметру и объему ствола, а также по густоте древостоев. Показано увеличение фитомассы в широтном направлении и снижение в меридиональном. Поскольку такие же зависимости были получены по лиственницам, подтверждена всеобщность названных закономерностей.

Замечания по главе 3.

(1) Насколько корректно использование в регрессионном уравнении порядковых чисел (от 1 до 5), кодирующих зональность пояса вместо непосредственных показателей климата, например, эвапотранспирация или ФАР?

(2) Не обнаружатся ли в полученных закономерностях смещения или неустойчивые оценки из-за того, что в формулу индекса континентальности входит географическая широта, тесно коррелирующая с природной зональностью?

В четвертой главе приведен анализ биологической продуктивности (т/га) сосновых фитоценозов в трансконтинентальных градиентах Евразии. Местоположение

пробных площадей с определениями фитомассы и ЧПП разнесено по имеющимся координатам на двух карто-схемах: природной зональности и изоконт по Хромову. На основе рассчитанной рекурсивной системе уравнений, в которых в качестве независимых переменных включены характеристики зональности и континентальности, возраст, запас и густота древостоев, получена таблица с несколькими входами, первый из которых – возраст древостоя. Из таблиц взяты значения фракционного состава фитомассы сосняков 100-летнего возраста и по ним построены диаграммы, отражающие зависимость от природной зональности и индекса континентальности. Установлено, что надземная и общая фитомасса возрастают от субарктического к южному умеренному поясу, а затем практически не изменяются (выходят на плато). В условиях южного умеренного пояса фитомасса сосняков снижается в направлении атлантического и тихоокеанского побережий к полюсу континентальности (Якутия). Для нижнего яруса показатели фитомассы изменяются по трансконтинентальным градиентам аналогично изменению надземной и общей фитомассы древесного яруса.

Регрессионные модели ЧПП той же структуры, что и модели для фитомассы, совмещены с последними. Получены аналогичные таблицы и построены графики изменения ЧПП по двум климатически обусловленным градиентам. Показано, что ЧПП сосняков, как и их фитомасса, возрастает в южном направлении снижается к полюсу континентальности.

Замечания по главе 4.

- (1) Недостаточна биологическая трактовка приведенных относительных показателей ЧПП.
- (1) Не показаны доверительные интервалы закономерностей, представленных на столбчатых диаграммах.

В пятой главе обсуждаются результаты географического анализа удельной чистой продукции сосняков. Необходимо отметить, что этот показатель в составе характеристик биологической продуктивности лесных насаждений используется сравнительно недавно и практически не был исследован не только на трансконтинентальном, но и на региональном (локальном) уровнях. Тем интереснее и значимее результаты, обсуждаемые Константином Сергеевичем в этой главе.

Используя для анализа изменения УдЧПП сосны на локальном уровне в пределах одного экологического ряда материалы Н.И. Казиминова, диссертант показал, что значения УдЧПП всех фракций фитомассы закономерно и статистически достоверно изменяются при переходе от одного типа леса к другому.

При исследовании изменения показателя УдЧПП по двум климатическим градиентам, используя алгоритм, примененный в главах 3 и 4, установлено, что УдЧПП древесного и нижнего ярусов возрастает с севера на юг. По градиенту континентальности этот показатель нижнего яруса увеличивается, а надземной и общей фитомассы основного яруса снижается. Судя по результатам, географически упорядоченные трансконтинентальные тренды исследуемых показателей УдЧПП существуют, и они видоспецифичны. Отмечая некоторую противоречивость результатов по направленности изменения показателя УдЧПП, в особенности при сравнении разных древесных видов, диссертант задается вопросом «Почему так происходит?». Можно ожидать, что в дальнейших исследованиях Константин Сергеевич найдет ответ на этот вопрос.

Замечание по главе по главе 5 совпадает со сделанным по главе 4: недостаточная, возможно, не совсем корректная проработка биологического смысла термина «удельная скорость чистой первичной продукции», учитывая, что на создание органического вещества ЧПП «работает» не вся фитомасса, а только ее фотосинтезирующая часть. Может быть, здесь правильнее говорить о соотношении фитомассы и чистой первичной продукции и его изменении по двум климатическим градиентам? На данный момент вопрос остается открытым для обдумывания и обсуждения, что, впрочем, отмечает и сам диссертант.

Результаты, приведенные в шестой главе, имеют прикладное значение. По ним впервые показана возрастная динамика ЧПП и УдЧПП сосняков. Составленные для уральского региона таблицы хода роста сосновых насаждений по этим показателям биологической продуктивности могут быть включены в региональный лесотаксационный справочник.

Замечания по главе 6. Желательно было бы проверить таблицы на независимых фактических данных

Структура диссертации К.С. Суботина, оформление, язык и стиль изложения материала не вызывают замечаний. Знакомство с содержанием работы оставляет впечатление цельного законченного исследования, методически и профессионально грамотно выполненного, насыщенного всесторонне проанализированными результатами. Обоснованность и воспроизводимость приведенных в диссертации результатов определяется созданными диссертантом наиболее полных баз данных о фитомассе деревьев, фитомассе и ЧПП насаждений двухвойных сосен, применением адекватных методов статистического анализа, в том числе рекурсивных систем уравнений и блоковых фиктивных переменных, использованием современных

компьютерных программ. Решение всех пяти задач, поставленных соискателем для реализации цели задач, полностью отражено в содержательной части глав 3,4,5 и 6. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Результаты диссертации апробированы на четырех научных конференциях и изложены в 16 публикациях, в том числе в трех – в рецензированных журналах из списка ВАК, а также в коллективной монографии. Работа выполнена соискателем самостоятельно, на материалах, основная часть которых получена им лично. Результаты исследования востребованы и могут быть использованы при организации мониторинга лесов, количественной оценки их роли как хранилища углерода и стабилизатора газового состава атмосферы в условиях глобального потепления и повышения концентрации парниковых газов в атмосфере.

Заключение. По актуальности темы, методически грамотной постановке исследований, объему и обоснованности полученных результатов, их достоверности и новизне, обоснованности научных положений и рекомендаций представленная к защите диссертационная работа «Биологическая продуктивность сосновых фитоценозов (подрод *Pinus*) в климатических градиентах Евразии» соответствует критериям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней». Она является законченной научно-квалификационной работой, имеющей теоретическую и практическую значимость. Ее автор, Константин Сергеевич Субботин, заслуживает присуждения ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 – лесоведение, лесоустройство и лесная таксация.

Ведрова Эстелла Фёдоровна, доктор биологических наук (03.00.16), ФГБУ науки «Институт леса им. В.Н. Сукачёва» Федерального агентства по науке и образованию, лаборатория биогеохимических циклов в лесных экосистемах, ведущий научный сотрудник.

660036, Красноярск, Академгородок, 50. Тел. 8(391) 249-44-47.

E-mail: estella_vedrova@mail.ru.

3 июня 2016 г.

Подпись Э.Ф. Ведровой удостоверяю:


Э.Ф. Ведрова
Подпись Э.Ф. Ведровой удостоверяю
Зав. канцелярией Каримашов