

## ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе  
Гаврилина Дмитрия Сергеевича  
«Фракционный состав фитомассы и первичной продукции лиственничных  
насаждений Евразии с элементами географии»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук  
по специальности 06.03.02 – лесоведение, лесоводство, лесоустройство  
и лесная таксация.

Актуальность темы. На климатическом саммите ООН в Париже в декабре 2015 года 196 стран приняли на себя обязательства сократить выбросы углекислого газа и не допустить повышения среднегодовой температуры более чем на 2 градуса к концу века. Лесным экосистемам, как поглотителям атмосферного углерода, отводится в названной перспективе важная роль. Способность лесов изымать из атмосферы углерод и продуцировать органическое вещество является основой их функционирования. Фитомасса лесов является одной из их основных характеристик, определяющей ход процессов в лесных экосистемах. Исследования фитомассы и годичной чистой первичной продукции (ЧПП) являются сегодня актуальнейшими ввиду необходимости решения многих глобальных проблем, связанных с необходимостью устойчивого развития, и поэтому для мирового научного сообщества – это одно из наиболее приоритетных направлений. Реализации некоторых задач, связанных с очерченным кругом проблем, на примере лиственничных насаждений, произрастающих на территории Евразии, посвящено настоящее исследование.

Научная новизна. На основе сформированных баз данных о фитомассе деревьев (кг), а также о фитомассе и годичной чистой первичной продукции насаждений (т/га), лиственниц Евразии (род *Larix* Mill.) впервые выполнен анализ фракционной структуры фитомассы деревьев, а также фитомассы, ЧПП и удельной ЧПП (УдЧПП) лиственничников по двум трансконтинентальным градиентам: природной зональности в широтном направлении и континентальности климата – в меридиональном. Впервые составлены таблицы хода роста лиственничных насаждений по ЧПП и УдЧПП для Уральского региона.

Практическая значимость состоит в оценке фитомассы, ЧПП и УдЧПП лиственниц как важнейших количественных видовых характеристик, а также в разработке нормативных материалов, необходимых при реализации систем лесоводственных мероприятий, направленных на повышение продуктивности и комплексного освоения лиственничных лесов. Результаты работы могут быть использованы в менеджменте биосферных функций лесов, в том числе в решении проблем стабилизации климата.

Обоснованность выводов и предложений. Созданные диссертантом наиболее полные базы данных о фитомассе деревьев, а также о фитомассе и ЧПП насаждений лиственниц, применение адекватных методов статистического анализа, в том числе рекурсивных систем уравнений и блоковых фиктивных переменных, использование современных пользовательских компьютерных программ определяют обоснованность приведенных в диссертации выводов.

В первой главе проведен детальный анализ литературных источников, в том числе иностранных, имеющих отношение к проблематике данного исследования. Это исключает возможность односторонней трактовки данных и полнее раскрывает тему диссертации. Описаны эколого-географические особенности распространения лиственницы (род *Larix* Mill.) в пределах Евразии и географические аспекты продуктивности лесных насаждений. Анализируются публикации предшествующих исследователей, посвященные оценке фитомассы, ЧПП и УдЧПП пятихвойных кедров, елово-пихтарников и березняков в связи с природной зональностью и континентальностью климата. Обсуждены понятия биологических законов и закономерностей в терминах аллометрии, теории метаболического масштабирования и теории адаптивного распределения масс, а также методы многофакторной оценки фитомассы деревьев. В резюмирующей части главы отмечено отсутствие какой-либо информации о географии УдЧПП лиственничных экосистем на материковом уровне. Общая методология исследования выдержана в рамках научной школы В.А. Усольцева и возражений не вызывает.

Во второй главе дана общая характеристика района и объектов исследования. Описаны природные условия Боровского лесхоза, где диссертантом заложено 10 пробных площадей по оценке фитомассы и ЧПП лиственничников, рельеф и почвы, гидрография и гидрологические условия. Дана характеристика лесного фонда Боровского лесхоза. Показано, что лиственница в виде культур разных годов посадки, занимает 2 % лесопокрытой площади лесхоза. Приведенные данные обеспечивают тесную связь результатов исследований с существующими реальными условиями.

Впервые по 21 литературному источнику и собственным материалам сформирована подеревная база данных по лиственнице в количестве 500 модельных деревьев с определениями фракционной структуры фитомассы на территории от Западной Европы до Китая. Составленная база данных о фитомассе лиственницы на территории Евразии включает 540 и о фитомассе и ЧПП – 130 пробных площадей. Столь обширные базы данных составлены и показаны впервые.

*Замечание по главе 2.* При формировании подеревной базы данных о фитомассе не учтена принадлежность пробных площадей, на которых определялась фитомасса деревьев и насаждений, к тому или иному типу леса. В результате упущена возможность исследовать фитомассу деревьев в пределах отдельных экорегионов, в том числе и на уровне замещающих

типов леса. По-видимому, это составит предмет дальнейших исследований диссертанта.

В третьей главе «Структура фитомассы деревьев в лиственничниках разных экорегионов: анализ закономерностей и составление таксационных таблиц» выполнен анализ фактических данных о фитомассе деревьев лиственницы в двух аспектах: теоретическом и прикладном. Диссертант, используя свои уникальные и полученные впервые в таком количестве данные о фитомассе деревьев, включился в давнюю дискуссию о всеобщности или локальности аллометрических соотношений фракций фитомассы, которая, по сути, является продолжением еще более давней дилеммы: что должно быть в приоритете лесной экологии, законы или закономерности?

Бесспорным преимуществом в подходе диссертанта является тот факт, что им использованы фактические данные о фитомассе модельных деревьев, определяемой непосредственно на пробных площадях. В то время как разработчики разных теорий на базе аллометрии (теория метаболического масштабирования, теории фракталов и пайп-модели, теория адаптивного распределения масс) строили их не на подеревных, а на «площадных» данных о фитомассе насаждений. Они анализировали данные на якобы подеревном уровне, получая их путём деления «площадных» показателей на густоту, хотя известны чрезвычайно большие смещения места среднего дерева в разных условиях. И главный недостаток подхода предшественников диссертанта: полученные ими «условные» подеревные данные не могут быть идентифицированы относительно той или иной древесной породы, поскольку пробные площади представлены в значительной степени смешанными насаждениями. В диссертации убедительно показано, что все перечисленные теории не могут претендовать на роль «законов», это всего лишь аппроксимации исследуемых статистических закономерностей.

На статистически значимом уровне установлено различие структуры фитомассы деревьев лиственницы в крайних пессимальных условиях: в лесотундре и степи. Впервые установлены трансконтинентальные зависимости фракционного состава фитомассы деревьев лиственницы с учетом региональных различий деревьев по возрасту, высоте, диаметру и объему ствола, а также по густоте древостоев: увеличение фитомассы в широтном направлении и снижение ее в меридиональном. Диссертантом весьма продуктивно и убедительно показано преимущество рекурсивных (связанных) уравнений при моделировании фитомассы деревьев и приведении ее к сопоставимому уровню по сравнению с традиционной оценкой отдельных, несбалансированных уравнений. Система полученных трансконтинентальных уравнений даёт возможность ее регионального применения при оценке фитомассы лиственницы на 1 га на основе локальных данных перечета деревьев на единице площади.

*Замечания по главе 3.* (1). При анализе географии фитомассы деревьев в качестве одного из градиентов выбраны зональные поясы в широтном направлении. Это представляется недостаточно корректным, ведь в данном случае включаются в регрессионное уравнение порядковые числа от 1 до 5, тогда как теоретически в качестве переменных должны быть числа непрерывного ряда. Насколько это математически обоснованно? Может быть, диссертанту следовало проявить настойчивость и попытаться отыскать в литературе евразийскую карту-схему изотерм – эффективных температур?

(2). В качестве основы другого градиента выбрана карта-схема изоконт – линий равной континентальности климата. Но известно, что в формулу индекса континентальности входит географическая широта, и тем самым имеем корреляцию двух включенных в уравнение независимых переменных – номера зонального пояса и индекса континентальности, а это является одним из ограничений в применении регрессионного анализа.

В четвертой главе «Фитомасса и годовая ЧПП (т/га) лиственных насаждений в связи с климатическим зонированием Евразии» по тому же алгоритму, что и в предыдущей главе, проведён анализ фитомассы лиственных деревьев в пессимальных условиях произрастания и выполнено сопоставление ее показателей: (1) на крайнем севере на мерзлотных плакорах, (2) там же, в дренированных условиях поймы и (3) на крайнем юге бореальных лесов, за пределами естественного произрастания лиственницы. Полученные результаты имеют фактологическое значение: впервые показаны многократные различия в структуре фитомассы лиственных деревьев в нескольких пессимальных условиях. В теоретическом плане подтверждены экологические последствия, нашедшие выражение в показателях продуктивности, в одном случае - дефицита тепла и в другом - дефицита влаги.

Регрессионный анализ фитомассы и годичной ЧПП (т/га) лиственных насаждений Евразии на основе рекурсивной системы уравнений с включением в качестве независимых переменных возраста, густоты и запаса стволовой древесины, а также номера зонального пояса (от 1-го до 5-го, соответственно от лесотундры до субэкваториальной подзоны) и индекса континентальности климата по Ценкеру, показал, что изменение различных фракций как фитомассы, так и ЧПП, в зональном градиенте при фиксированном индексе континентальности имеет различный характер. Но по всей наземной фитомассе и ЧПП древостоя и нижнего яруса закономерности общие: увеличение по широтному градиенту в направлении с севера на юг и снижение по мере увеличения континентальности климата.

Эти закономерности получены впервые. При этом необходимо подчеркнуть, что они показаны как видоспецифичные, тогда как традиционно анализировались, причем только в широтном градиенте, закономерности изменения биопродуктивности по обезличенному породному составу.

*Замечания по главе 4.* (1) Замечания, высказанные выше по методике географического анализа фитомассы на уровне дерева, распространяются соответственно на материал главы 4, поскольку стратегия моделирования в названных двух главах – единая.

(2). Столбчатые диаграммы, наглядно показывающие наличие двух климатически обусловленных трендов фитомассы и ЧПП лиственничников в широтном и меридиональном направлении, не сопровождаются показом доверительных интервалов.

В пятой главе «Удельная ЧПП лиственничных насаждений в связи с климатическим зонированием Евразии» дан анализ УдЧПП (аналог термина процента текущего прироста объема ствола в лесной таксации) лиственницы на уровнях дерева и всего насаждения. Материал главы уникален по двум причинам. Первое – он основан на фактических данных о фитомассе лиственницы, ранее неизвестных и полученных лично диссертантом, на южном пределе лесного ареала, за пределами естественного произрастания этой уникальной древесной породы. Второе – впервые дано обобщение понятия УдЧПП, с одной стороны, восходящего к истокам традиционной лесной таксации с ее формулировкой текущего прироста запаса, а с другой – получившего новое экологическое освещение и оригинальную трактовку в терминах «скорости превращения органического вещества» в лесной экосистеме. Диссертант попытался дать экологическое и биологическое объяснение данному феномену и показал наличие некоторых неопределённостей. Разрешение их, по-видимому, предстоит сделать в будущих исследованиях самого диссертанта или его единомышленников.

Замечания, сделанные в предыдущих главах, относятся и к главе 4, поскольку, как уже отмечалось, они касаются общей стратегии подхода диссертанта к исследуемой проблеме.

Наконец, в главе 6 «Таблицы хода роста по ЧПП и УдЧПП лиственничных насаждений Уральского региона», имеющей чисто прикладное значение, впервые дано представление о возрастной динамике исследованных показателей биопродуктивности, аналогичной традиционным таблицам хода роста (ТХР) древостоев и совмещённой с такими ТХР, ранее составленными другими исследователями для уральского региона. Составленные таблицы хода роста лиственничных насаждений уральского региона по ЧПП и УдЧПП могут служить исходной основой при разработке различного рода экологических региональных и глобальных проектов и могут быть использованы в ресурсоведческом и лесоэкономическом аспектах, а также при разработке системы глобальных экологических услуг.

*Замечание по главе 6.* Поскольку в главе 6 дан своеобразный лесотаксационный норматив, то, как и любой таксационный норматив, он должен быть проверен на независимых и дополнительно полученных фактических данных.

Оформление диссертации замечаний не вызывает, стиль изложения вполне корректный, без ошибок и опечаток. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Результаты исследования апробированы на семи научных конференциях и изложены в 19 публикациях, в том числе в пяти - в рецензируемых журналах по списку ВАК. Пятая публикация (под номером 5 в автореферате) почему-то не включена диссертантом в число апробаций в рецензируемых журналах, хотя «Сибирский лесной журнал» является таковым с 2014 года.

В целом, диссертация Д.С. Гаврилина является законченным научным исследованием с выходом на некоторые, пока имеющиеся неопределённости, которые на данном этапе не могут быть решены, но представляют широкое поле деятельности для будущих исследований. Работа выполнена диссертантом самостоятельно, на материалах, основная часть которых получена лично. Результаты исследований имеют большое значение в менеджменте биосферных функций лесов, в частности, в решении проблем, связанных со стабилизацией климата.

#### Общее заключение

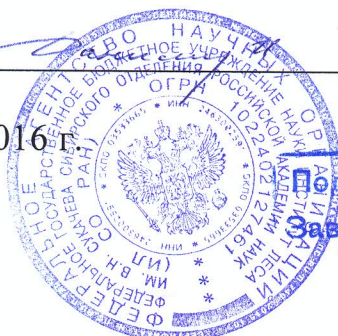
Диссертация Гаврилина Дмитрия Сергеевича представляет собой законченную научную работу, имеющую теоретическое и практическое значение. Представленная к защите диссертация «Фракционный состав фитомассы и первичной продукции лиственных насаждений Евразии с элементами географии» соответствует требованиям, предусмотренным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Гаврилин Д.С., заслуживает присуждения ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02.

#### **Официальный оппонент:**

Данилин Игорь Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук (06.03.02 – Лесоустройство и лесная таксация), профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования Института леса им. В. Н. Сукачёва Сибирского отделения Российской академии наук (ИЛ СО РАН); почтовый адрес – 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 50/28, ИЛ СО РАН; телефон: 8-913-551-0431; электронная почта: danilin@ksc.krasn.ru

И. М. Данилин

12 мая 2016 г.



Подпись Данилина заверяю  
Зав. канцелярией Варченко