

Отзыв

Официального оппонента на диссертацию Гаврилина Дмитрия Сергеевича на тему «Фракционный состав фитомассы и первичной продукции лиственничных насаждений Евразии с элементами географии» представленную в диссертационный совет Д 212.281.01 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 – «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»

Настоящее исследование посвящено анализу структуры и трансконтинентальных градиентов биологической продуктивности лиственничных насаждений, произрастающих на евразийском материке. Соискателем проведены комплексные исследования, которые позволили выявить закономерности в изменении основных показателей (фитомасса, чистая первичная продукция (ЧПП), удельная чистая первичная продукция (УдЧПП)) характеризующих биологическую продуктивность лиственничников (род *Larix Mill*) в трансконтинентальных климатических градиентах на двух уровнях – дерева и фитоценоза в целом.

Впервые изучена структура фитомассы деревьев лиственницы на южном пределе ареала в сопоставлении с пессимальными условиями на северном пределе. Впервые сформирована база данных о фитомассе деревьев лиственницы Евразии и выполнен анализ ее фракционной структуры по трансконтинентальным градиентам. Сформирована база экспериментальных данных о фитомассе и годичной ЧПП лиственничных насаждений и на её основе впервые исследованы географические закономерности изменения фракционной структуры их фитомассы, ЧПП и УдЧПП на территории всей Евразии. Впервые составлены таблицы хода роста лиственничных насаждений по ЧПП и УдЧПП для Уральского региона.

Диссертация изложена на 169 страницах машинописного текста, состоит из введения (общая характеристика работы), 6 глав, заключения и 8

приложений. Список использованной литературы включает 390 наименования, в том числе 176 иностранных. Текст иллюстрирован 25 таблицами и 87 рисунками.

Во введении (общая характеристика работы) показана актуальность, сформулированы цели и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения выносимые на защиту, обоснована достоверность и представлена апробация полученных результатов.

Первая глава (стр. 11-81) В первой части главы описаны эколого-географические особенности распространения лиственницы (род *Larix* Mill.) в пределах Евразии. Описана история лесокультурного производства лиственничных насаждений в России и за рубежом. Во второй части главы соискателем рассматриваются закономерности распределения ассимилятов в деревьях. В частности рассматриваются несколько моделей. Первая – фрактальная модель Г. Веста (West et al., 1999), представляющая собой «симбиоз» двух теорий – пайп-модели (Shinozaki et al., 1964) и фракталов (West et al., 1999; Enquist, Niklas, 2001). Согласно этой модели связь надземной массы дерева с диаметром ствола описывается аллометрическим уравнением. Вторая – биологическая модель Г. Веста (West et al., 1997), известна как «теория метаболического масштабирования». Третья модель предложена Поортером с соавторами (2012) и именуется как, «теория адаптивного распределения масс». Также рассмотрены методы многофакторной оценки фитомассы деревьев (приведены ссылки на соответствующие работы). В третьей части этой главы рассматриваются географические аспекты продуктивности лесных насаждений. В частности, выполнен анализ публикации, посвященных оценке фитомассы, ЧПП и УдЧПП пятихвойных кедров, елово-пихтарников и березняков в связи с природной зональностью и континентальностью климата (приведены ссылки на соответствующие публикации).

Замечаний по данной главе нет

Во второй главе (стр. 82-101) подробно описываются методы исследования фитомассы и ЧПП культур лиственницы Сукачёва выполненные на территории Боровского лесхоза Костанайского управления лесного, рыбного и охотничьего хозяйства Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды республики Казахстан. Рассмотрены лесорастительные условия и растительный покров района исследований.

Полевые исследования проведены соискателем в чистых 40-41-летних культурах лиственницы Сукачёва, заложено 10 пробных площадей и взято по ступеням толщины 28 модельных деревьев. Для каждого модельного дерева определена фитомасса и ЧПП каждой фракции (результаты представлены в приложении).

В этой же главе автором, впервые сформирована база подеревных данных о фитомассе (ствол, ветви, хвоя, корни) лиственницы (род *Larix* Mill.) в количестве около 500 деревьев на территории от Средней Европы до Китая (данные по деревьям представлены в приложении). Для анализа географии биологической продуктивности лиственницы Евразии на уровне насаждений сформирована база данных в количестве 540 пробных площадей с определениями на них только фитомассы (ствол, ветви, хвоя, корни, нижний ярус, в который вошли травяной покров, кустарнички, кустарники и подрост) и 116 пробных площадей с определениями ЧПП и фитомассы разных видов рода *Larix* на территории от Западной Европы до Китая (сформированные базы данных представлены в приложении).

Замечаний по данной главе нет

В третьей главе (стр. 101-126) основываясь на моделях предложенных Вестом с соавторами («теория метаболического масштабирования» (1997)) и Поортером с соавторами («теория адаптивного распределения масс» (2012)), соискателем выполнен анализ аллометрического соотношения между фитомассой хвои ($\ln Pf$) и ствола ($\ln Pst$) лиственницы, произрастающей на южном и северном пределах лесорастительных условий в трех экорегионах.

Экорегiónы (засушливая степь Тургайского прогиба, плакорные обитания на многолетней мерзлоте в низовьях р. Пур и пойменные условия там же) закодированы блоковыми фиктивными переменными. Установлено, что экспонента масштабирования в аллометрическом уравнении (1.2) не является постоянной величиной согласно модели, предложенной Г. Вестом. Полученное её значение, по мнению диссертанта, также не подтверждает и биологическую трактовку по модели, предложенной Х. Поортером с соавторами, поскольку характеры полученных кривых по разным исходным данным фитомассы не совпадают, а бывают и противоположными.

Во второй части этой же главы, составлены региональные таблицы надземной фитомассы деревьев лиственницы. Рассчитаны регрессионные уравнения, включающие в качестве независимых переменных высоту и диаметр ствола, а также блоковые переменные, кодирующие принадлежность данных к трем выше упомянутым регионам. Варьирование лесорастительных условий в лиственничниках бореальной зоны обуславливает статистически значимые различия только по массе хвои и ветвей, а масса стволов описывается одним общим уравнением. Предложены региональные (для трёх регионов) таблицы для оценки фитомассы деревьев лиственницы.

В третьей части данной главы, на основе сформированной базы подеревенных данных лиственницы, соискателем построена рекурсивная система уравнений с таким расчетом, чтобы были учтены региональные различия структуры фитомассы не только по природной зональности и континентальности климата, но и по характерным показателям диаметра, высоты и объема ствола дерева, густоты и возраста древостоев. Система уравнений позволила установить, что при фиксированном возрасте дерева его высота монотонно увеличивается в направлении с севера на юг и снижается в направлении от океанических побережий к полюсу континентальности в Якутии. Густота древостоев изменяется в направлении с севера на юг по колоколообразной кривой и монотонно возрастает в направлении от океанических побережий к полюсу континентальности.

Масса всех фракций дерева увеличивается в зональном градиенте в направлении с севера на юг. Изменение фитомассы деревьев в направлении от океанических побережий к полюсу континентальности различается по фракциям: масса ветвей, ствола, надземной и общей монотонно снижается, масса корней в том же направлении увеличивается, а масса хвои изменяется по колоколообразной кривой. При этом учтены зональные различия деревьев по возрасту, высоте, диаметру и объему ствола, а также по густоте древостоев.

Замечания. 1. В первой части главы, применительно к контексту диссертационной работы не совсем понятен сравнительный анализ констант аллометрических уравнений полученных соискателем на основе данных по фитомассе деревьев лиственницы (по трем экорегионам) и констант уравнений, полученных Вестом с соавторами (1997) и Поортером с соавторами (2012; 2015) на основе данных по фитомассе растений.

2. Отсутствует какая-либо эколого-биологическая интерпретация степени «дистанцирования» показателей фитомассы деревьев по сравниваемым экорегионам. Остается открытым вопрос, почему при одной и той же надземной фитомассе дерева доля ствола в ней в сухой степи больше, чем на плакорах лесотундры, но меньше, чем в поймах лесотундры.

3. На рисунках 3.11 и 3.12 каждый столбец диаграммы представляет собой значение фитомассы той или иной фракции дерева с фиксированными диаметром и высотой ствола, если это так, то нигде не указаны их значения. В то же время указан возраст – 100 лет.

В четвертой главе (стр. 127-151) с целью географического анализа биологической продуктивности лиственницы на уровне насаждений диссертантом привлечена структурированная по трансконтинентальным градиентам база данных в количестве 540 пробных площадей с определениями на них только фитомассы и 116 пробных площадей с определениями ЧПП и фитомассы разных видов рода *Larix*. Регрессионный

анализ фитомассы и годичной ЧПП 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 лесотундры до субэкваториальной подзоны) и индекса континентальности климата показал, что изменение различных фракций как фитомассы, так и ЧПП, в зональном градиенте при фиксированном индексе континентальности имеет различный характер. Соискателем установлено, что надземная фитомасса и ЧПП древостоев лиственницы монотонно снижается, а фитомасса и ЧПП нижнего яруса в направлении от океанических побережий к полюсу континентальности увеличивается. Сделан вывод о том, что в условиях повышенной континентальности климата древостой уступает свои продукционные позиции в фитоценозе нижнему ярусу, и по мере снижения фитомассы и ЧПП древесного яруса повышается фитомасса и ЧПП нижнего яруса и наоборот.

При фиксированном индексе континентальности наблюдается монотонное увеличение надземной фитомассы в направлении от 1-го зонального пояса к 4-му с незначительным снижением в 5-м поясе. Характер изменения надземной ЧПП в направлении от 1-го зонального пояса к 5-му имеет колоколообразный вид (максимум надземной ЧПП отмечен в 3-м поясе). Подобное изменение, входящее в противоречие с уже имеющимися литературными данными, в частности по елово-пихтовым насаждениям, соискатель объясняет спецификой распределения лиственничников вдоль 100-го меридиана.

Замечания. 1. В первой части рассматриваемой главы возникает вопрос о корректности сравнения характеристик биологической продуктивности естественных лиственничников с культурами лиственницы. 2. Достаточно ли одной пробной площади на экорегион (табл. 4.2), чтобы проводить сравнения 40-45 – летних лиственничников по запасам и ЧПП между соответствующими регионами? 3. Остается также непонятным были

ли одинаковы критерии выделения нижнего яруса по экорегионам? Так, интервал диаметров стволов отнесенных к подросту может быть различным в зависимости от исследователя и района исследования. 4. Рассматриваемые в работе параметры фитомассы нижнего яруса (P_U и Z_U) включали только надземную фитомассу или надземную плюс подземную? 5. Не хватает графика (или таблицы) характеризующего степень вариабельности исследуемых характеристик биологической продуктивности внутри соответствующего климатического пояса и индекса континентальности.

В пятой главе (стр. 152 – 161) установлено, что показатели ЧПП и УдЧПП по надземной фитомассе деревьев лиственницы в культурах (Тургайский прогиб) с увеличением диаметра ствола возрастают, а с увеличением высоты дерева при одном и том же диаметре снижаются. ЧПП ствола повышается с увеличением, как диаметра, так и высоты ствола. Составлена таблица для оценки ЧПП и УдЧПП деревьев лиственницы в условиях засушливой степи.

Для построения графиков трансконтинентальных зависимостей УдЧПП лиственничников от климатических факторов уравнения специально не рассчитывались, и численные закономерности получены путем деления расчетных значений ЧПП на соответствующие значения фитомассы. Закономерности изменения УдЧПП надземной фитомассы древостоя и УдЧПП нижнего яруса по двум трансконтинентальным градиентам имеют идентичный характер. Показатели надземной и подземной УдЧПП древостоя по мере увеличения индекса континентальности снижаются аналогично надземной фитомассе и ЧПП, но в зональном градиенте закономерности их изменения противоположны изменению надземной фитомассы и отличаются от изменения надземной ЧПП. УдЧПП нижнего яруса, как и аналогичный показатель надземной фитомассы, снижается по мере продвижения к полюсу континентальности климата и в направлении от 1-го зонального пояса к 5-му.

Подводя итоги полученных результатов, соискатель пытается ответить на вопрос, почему изменение УдЧПП у разных древесных пород (с одной

стороны, лиственничники, елово-пихтарники, березняки, а с другой (кедровники) идет в противоположных направлениях по одному и тому же климатическому градиенту? Возможные причины данного противоречия автор видит, во-первых: в анализе не чистых, а смешанных древостоев различающихся по составу. Во-вторых, разные экорегионы были представлены разными видами деревьев в пределах одного рода. В третьих, в анализе малого количества пробных площадей заложенных в некоторых древостоях (в частности в кедровниках). В-четвертых, расчёт самой формулы нахождения УдЧПП, принятой в лесной экологии требует доработки. По мнению диссертанта в формулу более корректно было бы включать наличную фитомассу плюс весь ее отпад на тот или иной момент времени, но ограниченная информация о запасах и скорости разложения мортмассы по климатическим градиентам не позволяет это сделать на данном этапе.

Замечания. В главе не объясняется, почему при индексе континентальности равным 35 и 45, ЧПП нижнего яруса (т/га в год), выше общей фитомассы нижнего яруса (т/га). УдЧПП нижнего яруса при этом для данных индексов континентальности составила более 100%.

В шестой главе (стр. 161-164) соискателем составлены таблиц хода роста лиственничных насаждений Урала по ЧПП и УдЧПП. За основу взяты существующие традиционные таблицы хода роста (ТХР) древостоев, дополненные показателями ЧПП и УдЧПП путем совмещения ТХР с регрессионными моделями фитомассы и ЧПП, полученными ранее по исходному массиву данных пробных площадей.

Замечаний по данной главе нет

Раздел заключение (стр. 165-169) концентрирует внимание на полученных итоговых результатах, теоретических и прикладных значениях проделанной диссертационной работы. Выводы отражают выполнение поставленных задач.

Список использованной литературы (стр. 170-207) оформлен аккуратно согласно действующему ГОСТу. Все указанные в диссертации работы нашли отражение в списке.

Приложения (стр. 208-285) незначительные замечания касаются выровненности границ столбцов на некоторых страницах (в частности на с. 244).

Общее заключение

Рецензируемая диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, характеризуется актуальностью и новизной. В работе содержатся решения поставленных соискателем задач, имеющие существенное значение при разработке экологических программ разных уровней, а также при оценке углерододепонирующей и кислородо-продуцирующей функций лиственных экосистем.

Диссертация соответствует специальности 06.03.02 – «лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация» и требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Её автор, Гаврилин Дмитрий Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук.

Отзыв подготовил официальный оппонент: Бергман Игорь Евгеньевич, кандидат сельскохозяйственных наук (научная специальность по которой защищена диссертация: 06.03.02 «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»), научный сотрудник ФГБУН «Институт экологии растений и животных УрО РАН»; почтовый адрес – 620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202; телефон: (343) 210-38-58; адрес электронной почты – 5554505@mail.ru

12 мая 2016 г.

Бергман И.Е.

Подпись *Вера...*
Заверяю *Валасева*
Нач. общего отдела ИЭРиЖ УрО РАН

