

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Цепордея Ивана Степановича, выполненную на тему «Биологическая продуктивность двухвойных сосен Евразии: аддитивные модели и биогеография», представленную на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 - Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Актуальность работы. Проблемы изменения климата на нашей планете привлекли мировое научное сообщество к изучению оценки углерододепонирующей способности лесного покрова с целью решения проблемы глобального потепления. Поэтому интерес автора к изучению биологической продуктивности лесов Евразии вполне закономерен. Опираясь на опыт предыдущих исследований, с привлечением новых методических подходов, полученные результаты позволяют по-новому взглянуть на проблему моделирования биологической продуктивности лесов. Актуальность данного исследования не вызывает сомнения и представляет интерес с теоретической и практической точек зрения.

Цель и задачи исследования. Сформулированная соискателем цель сводилась к изучению изменений фитомассы деревьев и древостоев двухвойных сосен в связи с температурой и осадками на территории Евразии с применением аддитивных регрессионных моделей.

Научная новизна работы состоит в следующем: впервые разработаны и проанализированы эмпирические аддитивные модели фитомассы деревьев и древостоев и относительные (безразмерные) показатели древостоев для двухвойных сосен в связи с зимними температурами и среднегодовыми осадками на территории Евразии.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в получении новых данных, расширяющих современные знания об оценке фитомассы двухвойных сосен и дающих возможность прогнозирования её изменений в связи с возможным изменением температуры воздуха и осадков на территории Евразии. Разработанные модели также могут быть пригодны при оценке углерододепонирующей функции и углеродного баланса сосновых лесов на территории Евразии.

Содержания диссертационной работы. Диссертация изложена на 240 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения и 3 приложений. Список литературных источников, процитированных в диссертации, включает 258 наименований, в том числе 139 зарубежных авторов. Текст содержит 12 таблиц и 19 рисунков.

Во введении (стр. 5-8) даётся обоснование актуальности выбранной темы исследования, отмечается степень её разработанности, отражены цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, представлены положения, выносимые на защиту, отмечается степень достоверности и апробация результатов, объём и структура работы, а также указывается количество опубликованных по теме диссертации работ.

Глава первая (стр. 9-36) содержит краткое описание эколого-географических особенностей распространения двухвойных сосен на территории Евразии. Приводятся сведения о том, что подрод *Pinus* (двухвойные сосны) представлен обширным ареалом, произрастающим в северном полушарии. Наиболее распространённым видом подрода *Pinus* является сосна обыкновенная - *Pinus sylvestris* L. В силу обширности ареала произрастания двухвойных сосен, они имеют сильно выраженную географическую изменчивость и представлены многими викарирующими видами, подвидами, формами и гибридами.

Литературный обзор выполнен тщательно и корректно. Рассмотрен обширный перечень как классических работ, так и работ современных ученых по анализу вопросов моделирования структуры фитомассы деревьев и древостоев.

Отмечается, что имеющиеся результаты, полученные в ходе моделирования биологической продуктивности деревьев и древостоев в биогеографических градиентах, имеют неопределенности и различия. Установлено, что это связано с применяемыми ранее методологиями, на основе которых не представляется возможным объяснить полученные тренды.

Имеющиеся результаты исследований по моделированию фитомассы в связи с температурой и осадками также имеют неопределенности и противоречия, так как исследования проводились либо на региональном уровне, что не обеспечивает устойчивость регрессионной зависимости по причине небольшого диапазона изменчивости климатических показателей, либо на глобальном уровне на фактическом материале фитомассы и чистой первичной продукции, но без учета видового состава.

В ходе исследования соискатель выявляет основные неопределенности в моделировании фитомассы, в частности, отсутствие регрессионных моделей фитомассы, ориентированных на конкретную древесную породу, в трансконтинентальных градиентах зимних температур и осадков на территории Евразии.

Глава вторая (стр. 37-40) содержит характеристику объектов и методов исследования. Основой работы служат сформированные Владимиром Андреевичем Усольцевым базы данных по фитомассе лесов. Взята база фактических данных для фитомассы деревьев двухвойных сосен, которая

включает 1520 и 580 модельных деревьев, соответственно из естественных и искусственных насаждений (всего 2100) с определениями фитомассы (кг), полученными на 320 пробных площадях (Усольцев, 2016). Для построения моделей на уровне древостоя использована база данных с определения фитомассы на пробных площадях в т/га, состоящая из 2460 определений, из которых 1480 - в естественных насаждениях и 980 - в культурах (Усольцев, 2010). Построение моделей для относительных показателей древостоев двухвойных сосен выполнено на основе базы данных о годичной чистой первичной продукции и фитомассе сосняков, которая включает 920 определений, из которых 75% - естественные насаждения и 25% - лесные культуры (Усольцев, 2010).

В основу исследования положен метод многофакторных регрессионных зависимостей, применение которого на материалах, представленных в широком диапазоне данных, даёт устойчивые зависимости и воспроизводимость результатов.

Базы фактических данных по фитомассе лесов, являются уникальными объектами исследования, и по мере постоянного пополнения их фактическим материалом и с появлением новых методических подходов, возможно уточнять имеющиеся закономерности.

Замечания:

В описании баз данных не хватает сведений о методах отбора модельных деревьев и определения значений фитомассы деревьев и древостоев. В связи с этим, отсутствует описание методических неточностей при определении фитомассы, которые впоследствии дают некоторые смещения в оценках биопродуктивности.

Глава третья (стр. 41-56). Выполнено исследование и дана интерпретация результатов моделирования фитомассы деревьев двухвойных сосен Евразии. Приводится описание средней температуры января и среднегодовых осадков по координатам пробных площадей, на которых определена фитомасса модельных деревьев двухвойных сосен. Значения климатических показателей соотносятся с таксационными показателями и данными фитомассы деревьев и формируется единый исходный массив, на основе которого рассчитываются регрессионные уравнения. Значимость всех уравнений характеризуется уровнем не ниже 0,05. Полученные исходные уравнения преобразованы по принципу аддитивности с целью согласования всех фракций фитомассы. В работе приведены ссылки на работы других исследователей, применяющих принцип аддитивности при моделировании биопродукционных показателей. В тексте подробно описана адекватность полученных уравнений. Отмечается, что показатели адекватности исходных и аддитивных уравнений близки между собой.

Для изучения биологической продуктивности на континентальном уровне соискателем в качестве независимых переменных взяты средние температуры января и среднегодовые осадки, так как известно, что разнообразие лесорастительных условий связано с этими климатическими факторами.

Диссертантом проведено табулирование аддитивных моделей, и в результате получены табличные значения с данными фитомассы деревьев. В полном объеме полученные таблицы можно рассмотреть в приложении 2. На их основе построены трехмерные графические интерпретации зависимости фракционного состава фитомассы равновеликих деревьев.

Закономерности дают четкое представление об изменении фитомассы двухвойных сосен Евразии в градиентах основных климатических факторов. Следует подчеркнуть, что полученные результаты согласуются с результатами других исследований, выполненных авторами на региональном уровне.

Выявлена единая закономерность для фитомасс общей, надземной, стволов и корней: в холодных поясах увеличение осадков приводит к снижению фитомассы, а в теплых – к ее увеличению. Соответственно во влагообеспеченных районах повышение температуры вызывает увеличение фитомассы, а в засушливых – ее снижение.

По данным моделирования фракционного состава деревьев двухвойных сосен диссертантом показаны возможные их изменения в связи с предполагаемым изменением климата. Для этого из табличных данных для равновеликих деревьев взяты процентные изменения фитомассы при повышении температуры на 1°C и при повышении осадков на 100 мм. Полученные графические интерпретации позволяют определить изменения фракций фитомассы деревьев в градиентах климатических показателей.

В качестве дополнительной информации в тексте главы приводится уравнение для определения высоты деревьев, призванное облегчить работу на пробных площадях при расчетах фитомассы. Уравнение основано на связи высоты дерева с диаметром его ствола.

Замечания:

1) Отсутствует информация о том, как работает модель в регионах, которые представлены минимальным количеством модельных деревьев и как это влияет на точность оценки.

2) Отсутствует описание ввода в модель произведений и квадратов независимых переменных, имеющих определенный смысл при построении модели.

3) При введении в качестве независимой переменной средней температуры января, есть необходимость в приведении большего числа доводов в пользу соответствующего выбора.

В четвертой главе проведено исследование по моделированию фитомассы древостоев двухвойных сосен. Основной принцип построения работы аналогичен рассмотренному в третьей главе. В качестве независимых переменных для моделирования фитомассы взяты основные массообразующие показатели древостоев, такие, как возраст (A , лет), запас древесины (M , м³/га), густота древостоя (N , тыс. экз./га) и выбранные климатические показатели. Показатели густоты и запаса включены в модель путем расчета по рекурсивному принципу, а такие параметры, как возраст, температура и осадки задаются исследователем.

Полученные в ходе моделирования табличные данные помещены в приложение 3. На основе табличных данных и их графических интерпретаций выявлены закономерности изменения фитомассы древостоев, которые в общих чертах повторяют закономерности изменения фитомассы на уровне деревьев и подтверждают результаты ранее проведенных исследований на локальном и региональном уровнях.

Полученные аддитивные модели фитомассы древостоев двухвойных сосен дают возможность предварительно установить количественные изменения в структуре фитомассы в связи с климатическими изменениями, в частности, средней температуры января и среднегодовых осадков.

Замечания, обозначенные в третьей главе, имеют смысл и в четвертой главе. В остальном замечаний нет.

В пятой главе разработаны модели для относительных (безразмерных) показателей фитомассы древостоев двухвойных сосен в климатических градиентах температуры воздуха и осадков.

Автор проводит исследования удельной чистой первичной продукции (УдЧПП), продуктивности ассимиляционного аппарата (ПАА), отношения подземной фитомассы к надземной (ОПН) и отношения фитомасс нижнего и древесного ярусов (ОНД).

Изучение относительных показателей в лесной экологии и лесоведении давно зарекомендовало себя и имеет ряд достоинств, таких как выражение внутренних связей процессов, получения обобщенных характеристик.

Разработка эмпирических моделей относительных показателей древостоев двухвойных сосен сделано впервые и дает нам представление о распределении их закономерностей в климатических градиентах средних зимних температур и среднегодовых осадков.

Для названных показателей рассчитаны исходные регрессионные уравнения, для которых, после преобразования их по вышеизложенной методике построены зависимости в виде графических трехмерных интерпретаций.

Зависимости полученные по относительным показателям древостоев двухвойных сосен отражают специфику реакции подрода *Pinus* на среднюю

температуру января и среднегодовые осадки в пределах ареала и согласуются с основными положениями лесной экологии.

Замечания:

Так как методическая составляющая пятой главы аналогична двум предыдущим, замечания, обозначенные выше, актуальны и при построении моделей по относительным показателям. В остальном замечаний нет.

Заключение (стр. 81-82) концентрирует все полученные выводы в ходе исследования и обозначает дальнейшие перспективы, в частности разработку подобных моделей для основных лесообразующих пород Евразии, с целью изучения специфики их реакций на изменения климатических показателей.

Список использованной литературы (стр. 83-108) оформлен в соответствии с действующими стандартами. Приводимые в тексте рукописи ссылки нашли отражение в списке.

Диссертация включает в себя 3 приложения:

Приложение 1 (стр. 110-113) составляет фрагмент базы данных о фитомассе модельных деревьев двухвойных сосен на территории Евразии (Усольцев 2016).

Приложение 2 (стр. 114-211) содержит данные фракционного состава фитомассы двухвойных сосен на уровне деревьев.

Приложение 3 (стр. 212-240) содержит информацию аналогичную приложению 2, только для фитомассы на уровне древостоя.

Все приложения подразделены на естественные сосняки и лесные культуры. Таблицы приложений имеют интуитивно понятную конструкцию и не требуют много времени, чтобы в них разобраться.

Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов.

Диссертационная работа Цепордея Ивана Степановича является завершённой научной работой и представляет собой оригинальное исследование.

Автореферат соответствует содержанию диссертации, опубликованные по теме диссертации работы, достаточно полно отражают ее содержание.

Общие замечания по работе. В заключении, наряду с описанием полученных закономерностей, уместно сделать обобщающий вывод о приспособительных реакциях и перспективе произрастания изучаемого подрода *Pinus* в условиях меняющегося климата.

Общее заключение по диссертации

Диссертационная работа Цепордея Ивана Степановича «Биологическая продуктивность двухвойных сосен Евразии: аддитивные модели и биогеография», является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему и на высоком научно-методическом уровне. Результаты

представляют большую теоретическую значимость в области лесоведения и глобальной экологии.

Текст диссертации изложен научным языком и проиллюстрирован многочисленными рисунками и таблицами. Имеющиеся замечания не снижают научной и практической значимости представленной работы.

Автореферат соответствует диссертации как по структуре, так и по содержанию. В публикациях по теме диссертации отражены основные результаты исследования.

Работа выполнена в соответствии с пунктами 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, а её автор, Цепордей Иван Степанович, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 - Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация.

Отзыв подготовил: Маленко Александр Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук (научная специальность 06.03.02 - «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация»), доцент, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой лесного хозяйства; почтовый адрес: 656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98; тел. 8(3852) 20-33-58; e-mail: agaukafles@mail.ru

03.12.2019

А.А. Маленко

Подпись А.А. Маленко удостоверяю
Начальник УП АГАУ



Е.Ю. Лейбгам