

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Петрова Ильи Андреевича «Оценка воздействия климатических изменений на древесные растения в горах Алтае-Саянского региона», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 - Экология (биологические науки).

Диссертация «Оценка воздействия климатических изменений на древесные растения в горах Алтае-Саянского региона» посвящена одной из актуальных проблем современной лесной экологии. В середине XX века в связи с антропогенным нарушением углеродного цикла планеты резко возросли биосферная роль лесов, их участие в стабилизации климата. Согласно прогнозам, изменения климата повлияют на видовое разнообразие и продуктивность бореальных лесов, повлекут географическое перераспределение древесных растений. В этой связи проблема воздействия изменений климата на рост основных лесообразующих видов таёжных лесов как никогда актуальна.

Первые описания переходных состояний растительности на ее верхнем пределе в горах Европы появились более 200 лет назад, а спустя 50 лет началось его систематическое изучение. Неизбежность глобального потепления, обусловленного ростом концентрации атмосферного  $\text{CO}_2$  из-за сжигания все возрастающего количества ископаемого углеродного топлива была показана еще в конце XIX в. в работах Аррениуса, которые в дальнейшем были забыты. Известно, что климатические ситуации, подобные нынешней, уже имели место в прошлом. Отличие нынешней ситуации в том, что при относительно небольшой доле антропогенного фактора (20 %), во-первых, он никогда ранее такого уровня не достигал, и во-вторых, его действие нарастает экспоненциально. Если при действии естественных факторов изменений

климата отрицательные и положительные обратные связи в той или иной степени уравниваются, то этот ныне 20-процентный и неуклонно нарастающий вклад может оказаться пусковым механизмом для доминирования положительной обратной связи, когда климатические изменения станут необратимыми.

Представление о высотном экотоне в связи с понятием верхней границы леса детально проанализировано С. Г. Шиятовым (1985), который пишет, что верхняя граница леса является важнейшим ботанико-географическим рубежом в горах, однако до сих пор не существует общепринятого определения понятия «верхняя граница леса». На основе литературных источников и собственного опыта изучения верхней границы леса на Урале он подошел к определению ее основных понятий с фитоценотической точки зрения. В последние десятилетия наблюдалось продвижение древесной растительности по градиенту высоты в горах разных континентов. Наряду с этим, происходило возрастание сомкнутости древостоев, а также изменение морфологии древесных растений, замена стелющихся и стланиковых форм формами вертикального габитуса.

Представленная диссертация является исследованием, находящимся в русле обозначенных проблем, и его следует рассматривать как ряд частных поступательных шагов, существенным образом приближающих их решение.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных результатов и выводов, списка литературы. Текст работы изложен на 144 страницах, иллюстрирован 3 таблицами и 41 рисунком. Список использованной литературы содержит 222 источника, из которых 126 работ на иностранных языках.

В главе 1 «ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ» даётся обзор публикаций, в той или иной мере связанных с заявленной проблематикой роста насаждений, в том числе в горных экотонах. Описаны климатические изменения за последнее столетие, проанализировано воздействие

климатических изменений на структуру и динамику лесной растительности, на жизненное состояние древостоев, показаны масштабы повреждения лесов, отмечены факторы усыхания древостоев и их взаимосвязь.

*Замечание по главе 1.*

1 Недостаточно освещены результаты фундаментальных исследований сдвига верхней и зональной границ леса на Полярном Урале, выполненных в рамках школы С.Г. Шиятова.

Глава 2 «ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ» включает физико-географическое и климатическое описание районов исследований в пределах Алтае-Саянской горной страны и хребта Хамар-Дабан. Детально изложены методы исследований, в частности, в экотоне горной лесотундры и в зонах усыхания темнохвойной тайги. В частности, описаны процедуры сбора, подготовки и измерения ширины годичных колец образцов древесины, а также построения древесно-кольцевых хронологий и функции отклика древесно-кольцевых хронологий на воздействие климатических факторов. Объекты исследования описаны корректно, методические подходы соответствуют современному мировому уровню. *Замечаний по главе 2 нет.*

В главе 3 «СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХРОНОЛОГИЙ *PINUS SIBIRICA*, *LARIX SIBIRICA*, *ABIES SIBIRICA* И *BETULA TORTUOSA* ЭКОТОНА ГОРНОЙ ЛЕСОТУНДРЫ АЛТАЕ-САЯНСКОГО РЕГИОНА» для четырёх модельных древесных пород построено 12 хронологий с целью проведения сравнительного анализа. Все построенные хронологии являются обобщенными хронологиями первого порядка, представленные тремя видами хвойных деревьев и одним видом лиственных. Выполнен общий анализ усредненных хронологий по 5-летней скользящей средней для усиления низкочастотной динамики. Общий анализ прироста древесных растений дан как для экотона горной лесотундры Кузнецкого Алатау, так и для горной лесотундры Западного Саяна и южного Алтая. Затем выполнен сравнительный анализ хронологий

исследуемых видов по всем пробным площадям в пределах Алтае-Саянской горной страны, а также сравнение статистических параметров исследуемых хронологий. Проанализированы также изменения в темпах прироста и динамики верхней границы леса деревьев экотона горной лесотундры за последнее столетие, а также дан сравнительный анализ динамики прироста «молодых» и «старовозрастных» деревьев экотона горной лесотундры. Полученные в главе 3 результаты обладают исключительной новизной. Тем не менее, можно указать на *некоторые их недостатки*.

- Хронология пихты по увеличению радиального прироста на участке 3 выходит за рамки хронологий для остальных пород, что автор объясняет относительно благоприятными условиями под прикрытием верхнего яруса, сформированного из березы и сибирской сосны. В чём именно состоят эти благоприятные условия?

- закономерности изменения радиального прироста деревьев, особенно на рис. 15, отличаются довольно большим разбросом фактических данных. Радиальный прирост не учитывает величину диаметра, т.е. ценотического положения дерева, и нужно было анализировать прирост по площади сечения, измеряя не только текущий радиальный прирост, но и текущий диаметр ствола.

- По высотному градиенту показано снижение только возраста деревьев. Можно было проанализировать также показатели биологической продуктивности и чистой экосистемной продукции, что более важно в экологическом аспекте.

- Период потепления, похоже, закончился 10 лет назад на участке 3 (рис. 11). Иначе чем объясняется резкое снижение прироста?

В главе 4 «ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХРОНОЛОГИЙ ИССЛЕДУЕМЫХ ВИДОВ В ЭКОТОНЕ ГОРНОЙ ЛЕСОТУНДРЫ АЛТАЕ-САЯНСКОГО РЕГИОНА» автор приводит результаты анализа трендов температуры и осадков во второй половине XX века в исследуемом регионе,

анализирует связи усредненных хронологий с температурой воздуха, а также связи остаточных хронологий с температурой воздуха, с суммой осадков и с продолжительностью солнечного сияния. Выполнен анализ влияния того или иного климатического параметра на прирост по каждому участку. Получен совершенно новый фактологический материал.

*Замечание по главе 4.*

Сделан вывод, что основным фактором, лимитирующим радиальный прирост деревьев сибирской сосны, пихты, лиственницы и березы в экотоне горной лесотундры, является дефицит тепла. Однако отсутствует комплексный анализ приведённых климатических параметров в их совокупном влиянии на прирост в пределах всего региона.

В главе 5 «АНАЛИЗ ХРОНОЛОГИЙ ЗОН УСЫХАНИЯ ТЕМНОХВОЙНОЙ ТАЙГИ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ, ВОСТОЧНОГО САЯНА И ХРЕБТА ХАМАР-ДАБАН» автором развивается подход к анализу динамики усыхающих древостоев. Выполнен анализ хронологий *Pinus sibirica* зоны усыхания горной темнохвойной тайги Кузнецкого Алатау, *Abies sibirica* зоны усыхания темнохвойной тайги гор Восточного Саяна и *Pinus sibirica* зоны усыхания темнохвойной тайги хребта Хамар-Дабан. Получен новый фактический материал и оригинальные, в основном статистически значимые закономерности.

*Замечания по главе 5.*

- Исследуются лишь парные связи, показывающие влияние того или иного фактора на прирост или индекс прироста на фоне неучтённого влияния других факторов. Естественно, при изменении величин этих неучтённых факторов полученные парные зависимости будут смещаться на неизвестную величину. То, что проигнорированы возможности многофакторного анализа результатов, снижает ценность полученных результатов во всех главах диссертации.



- В главе 5 упомянут синергизм климатических и биотических воздействий на усыхание кедровых древостоев, но не сделана попытка вычленения названных воздействий.

В целом, следует отметить в качестве положительного момента то, что автор выделяет в конце каждой главы раздел «Обсуждение результатов», а в качестве недостатка – наличие некоторых орфографических ошибок.

Автореферат отражает основное содержание диссертации. Основные материалы отражены в опубликованных работах.

В соответствии с п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» можно заключить, что автором диссертации решены задачи по оценке воздействия климатических изменений на древесные растения в горах Алтае-Саянского региона, и это представляет существенный вклад в результативность исследований в системе «лес – климат».

По результатам экспертизы диссертация И.А. Петрова «Оценка воздействия климатических изменений на древесные растения в горах Алтае-Саянского региона» является законченным научным исследованием, полностью отвечающим требованиям ВАК Минобрнауки РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Ее автор Петров Илья Андреевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 Экология (биологические науки).

31 января 2017 г.

Усольцев Владимир Андреевич, доктор сельскохозяйственных наук (06.03.02 - "Лесоустройство и лесная таксация"), профессор, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», кафедра менеджмента и управления качеством, профессор.  
620100 г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. Тел. 8-343-254-61-59.  
E-mail: Usoltsev50@mail.ru.