

Отзыв официального оппонента

Булата Фаридовича Хасанова на диссертацию Андрея Васильевича Черакшева  
«Дендроклиматический анализ роста сосен секции *Strobi* в Московском регионе»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук  
по специальности 03.02.08 – Экология (биология)

Работа А.В. Черакшева посвящена анализу изменчивости величины радиального прироста двух интродуцированных в средней полосе России видов сосен (*Pinus strobus* и *P. *reince**) и изучению связей ширины их годичных колец с климатическими параметрами.

**Актуальность** этого исследования не вызывает сомнений, так как изучение факторов, определяющих параметры роста деревьев в умеренных широтах, еще далеко от своего завершения. Привлечение для решения этой фундаментальной научной проблемы данных об изменчивости радиального прироста видов-интродуцентов представляет собой очень перспективный подход и определяет **научную новизну** исследования. В рамках такого подхода открывается возможность для сравнения отклика на разнообразные внешние факторы вида в естественной среде обитания и в условиях **интродукции**. А.В. Черакшев вводит в научный оборот новые оригинальные данные об изменчивости радиального прироста двух видов сосен, которые ранее в данном аспекте в средней полосе России не изучались. Анализ связей радиального прироста с климатическими параметрами позволяет выявить критические периоды в годовом ходе чередования периодов покоя и активного роста. Автором показано, что продолжительность и приуроченность к определенному сезону таких «узких мест» в жизни дерева отличаются у разных видов, а на основе результатов дендроклиматологического анализа могут быть разработаны рекомендации по уходу за деревьями в городских условиях. Этот аспект определяет не только теоретическую, но и **практическую значимость** исследования. По материалам диссертации опубликовано 6 статей в журналах рекомендуемых ВАК и 1 статья в журнале, индексируемом в базе данных Scopus.

**Структура работы.** Диссертация состоит из Введения, шести глав, заключения, списка литературы и приложений. Текст самой работы изложен на 120 страницах, содержит 13 таблиц и 22 рисунка. Приложения включают в себя 18 рисунков и 21 таблицу. Список использованной литературы содержит 112 источников, из которых 10 работ на иностранном языке.

Во **Введении** кратко обосновывается актуальность исследования, его научная новизна и практическая значимость, формулируются цели и задачи исследования. **Первая глава** представляет собой литературный обзор и содержит общую дендрологическую характеристику исследуемых видов сосен, анализ истории и результатов их интродукции в России, рассматривает проблему устойчивости обоих видов к заболеваниям и результаты их

дendрохронологического изучения. Следует отметить, что этот обзор посвящен главным образом сосне веймутовой, что объясняется значительно большим интересом исследователей именно к этому виду. В результате получилось, что сосна румелийская фигурирует в обзоре литературы в виде нескольких небольших вкраплений. Это создает ощущение некоторой сумбурности изложения и отсутствия четкого плана. Было бы значительно лучше разделить обзор литературы по видам, подчеркнув имеющуюся недостаточность сведений, собранных к настоящему времени по сосне румелийской. Кроме этого, было бы целесообразно включить в этот обзор и сосну обыкновенную, данные по которой используются в работе. Бросается также в глаза очень небольшое количество ссылок на работы по дендрохронологии обоих видов в их естественном ареале – проанализировано всего три работы, хотя их опубликовано значительно больше. Между тем, сравнение особенностей изменчивости радиального прироста и отклика на климатические параметры в естественных местообитаниях и в условиях интродукции представляет собой очень интересную и все еще мало исследованную область. Отметим, что подобные работы все же проводятся, хотя и на других видах, и обзор литературы по этой теме несомненно украсил бы первую главу диссертации А.В. Черакшева.

**Вторая глава** посвящена описанию физико-географических и природно-климатических условий мест сбора образцов древесины. В ней же автор приводит очень интересные сведения об истории некоторых дендрологических коллекций. В целом, эту главу следует считать большой авторской удачей, заслуживающей отдельной публикации. Однако некоторые замечания все же возникают. Прежде всего, вторая глава называется «Характеристика объектов исследования». Между тем, объектом исследования были все-таки два вида сосен, точнее изменчивость их радиального прироста, а не местообитания, в которых были собраны образцы древесины. Хотя, учитывая увлеченность А.В. Черакшева историей и особенностями исследованных дендропарков, нет сомнений, что он смог бы написать диссертацию, в которой объектом исследований были бы сами парки. Нельзя не заметить также, что в описании некоторых мест сбора образцов остро не хватает ссылок на источники исторических и климатических сведений. Это относится к дендрологическому саду МГУЛ, дендрарию Главного Ботанического сада РАН, дендрарию Ботанического сада МГУ. В этих разделах главы не приведено вообще ни одной ссылки. Существенным недостатком описания Ахунского дендрария г. Пенза, особенно важным в контексте сравнения дендрохронологических данных, полученных для этой точки, с данными из Московской и смежных областей, следует считать отсутствие описания климата этой самой юго-восточной точки исследования. Было бы намного лучше и легче, если бы автор придерживался четкого плана описания каждого места сбора образцов, например физико-географические особенности, природно-климатические условия, история формирования дендрологической коллекции.

**В третьей главе** А.В. Черакшев описывает собранные им материалы и применявшиеся методы. Всего были собраны образцы древесины 139 деревьев (187 кернов, измерено 11380 годичных колец), построено 11 обобщенных древесно-кольцевых хронологий (ДКХ) для девяти географических точек. Самая длинная из них имеет продолжительность 114 лет. Сразу же следует отметить, что получившееся описание вышло слишком коротким. Из дальнейшего текста ясно, что для отдельных видов анализа проводилась нормализация рядов измерений ширины годичных колец, однако в третьей главе об этом не сказано ни слова. Очень важным элементом дендрохронологического анализа является перекрестное датирование образцов, которое проводится как визуально, так и с помощью специально разработанных для этого программ. Наилучшая из них и наиболее широко применяющаяся в дендрохронологии – это программа COFECHA (Holmes, 1983) или ее аналог для среды R, реализованный в пакете dplR (Bunn, 2008). Достоинство подхода, реализованного в этих программах (помимо того, что это свободное ПО), состоит в делении исходного ряда на более короткие сегменты и поиск возможных ошибок именно в них, а не в исходном более длинном ряду. Это позволяют быстрее и точнее локализовать выпавшие кольца и получить много дополнительной информации. Вместо этого, автор ограничился сравнением исходных рядов. При этом в качестве статистического показателя результатов сравнения был использован коэффициент синхронности (GLK). Это далеко не лучший способ оценки сходства сравниваемых рядов – GLK непараметрический метод, его мощность меньше более употребительного t-критерия Стьюдента, он нередко показывает высокие значения в ошибочных позициях и, наоборот, низкие значения в правильных. Кроме этого, использование какого-то одного порогового значения GLK (60 % в данной работе) неправомерно, так как его величина зависит от длины сравниваемых рядов. Было бы правильнее оценивать вероятность случайного получения данного значения GLK. Наконец, в описании процедуры сбора образцов древесины написано, что автор отбирал по одному керну на дерево, тогда как из таблицы 3.1 ясно, что в дендрологическом саду МГУЛ и в ГБС РАН было собрано по два керна. Остается неясным, как в этих случаях строились обобщенные ДКХ – керны одного дерева сначала осреднялись, а потом ДКХ строилась на этих осредненных рядах, либо же для обобщенной ДКХ осреднялись все керны сразу.

**В четвертой главе** А.В. Черакшев анализирует связь радиального прироста двух интродуцированных видов сосен с климатическими параметрами. Этот анализ дал очень интересные результаты. Прежде всего, были выделены годы с экстремально низкими и высокими приростами, характерными для всех изученных обобщенных ДКХ. Показано, что низкие приросты наблюдались в условиях повышенных летних температур и пониженного количества осадков. Этот вывод, в достоверности которого сомнений не возникает, выглядел бы более обоснованным, если бы автор провел анализ реперных лет с использованием

статистических критериев для выделения случаев повышенного и пониженного прироста. Такие методики к настоящему времени хорошо разработаны, существует несколько специализированных программ для такого анализа. Добавлю, что и в этом разделе работы нет ссылок на источники климатической информации.

Было также показано, что температура и количество осадков в мае и июне наиболее сильно влияют на величину радиального прироста сосен. Для получения этого результата автор сравнил метеорологические параметры с дендрохронологическими индексами, полученными как отношение величины прироста текущего года к среднему приросту за последние пять лет. Следует отметить, что такой способ нормализации плохо подходит для сравнения приростов с климатическим показателями, так как не исключает возникновения искусственной цикличности в рядах индексов. Это было отмечено еще Гарольдом Фриттсем (1976) в книге, во многом определившей лицо современной дендрохронологии. Было бы целесообразно рассчитать индексы несколькими разными способами. Кроме этого, помимо расчета коэффициентов корреляции между величинами прироста и климатическими параметрами было бы хорошо исследовать и функцию отклика, которая основана на преобразовании исходного массива климатических данных методами многомерной статистики и позволяет учитывать корреляционные связи между параметрами разных месяцев, обстоятельство, на которое сетует и сам автор. Наконец, при сравнении обобщенных ДКХ со многими климатическими показателями (а их было использовано 48!) нельзя не применять поправку на множественную проверку гипотез (например, поправку Бонферрони). Если связи между климатом и приростом нет вовсе, то из 48 проверяемых параметров один или несколько могут оказаться значимо связанными с величиной прироста просто случайным образом. Так, сам автор отмечает достоверный коэффициент корреляции между приростом и температурой декабря текущего года. Возможно, что после проведения анализа в такой несколько более сложной форме этот парадоксальный результат и уйдет. Но самое главное – из приведенных результатов совершенно ясно, что прирост исследованных видов сосен зависит и от температуры и от количества осадков в мае и в начале лета. Было бы целесообразно сравнить с величиной прироста температуру и осадки не только отдельных месяцев, но и более продолжительных сезонов, например, мая-июня, июня-августа и т.д. Было бы также крайне интересно использовать в таком анализе более сложный показатель содержания воды в почве, например индекс засухи Палмера.

Наконец, еще одно замечание касается изложения методов, использованных в работе. В таблице 4.1 приведены некоторые важные для дендрохронологического анализа показатели, такие как средний коэффициент корреляции или средний коэффициент синхронности индивидуального временного ряда с обобщенной ДКХ. Ни из этой главы, ни из описания

материалов и методов неясно, рассчитывались ли эти коэффициенты для всей ДКХ целиком, либо же сравниваемый временной ряд предварительно изымался из состава ДКХ (так называемый leave-one-out principle).

В пятую главу вынесен анализ связи радиального прироста двух интродуцированных видов сосен из дендрологического сада МГУЛ со среднемесячными температурами и количеством осадков. Отметим, что принципиально эти результаты соответствуют данным, приведенным в четвертой главе, однако величины коэффициентов корреляции несколько разнятся, что требует пояснения. Здесь же приводятся данные по результатам аналогичного анализа для сосны обыкновенной из дендрологического сада МГУЛ. К сожалению, основных характеристик этой ДКХ в работе нет. В этой главе А.В. Черакшев обращает внимание на некоторую разницу в климатическом сигнале двух интродуцированных видов сосен и интерпретирует ее как результат различий в сроках наступления фенологических фаз. Чрезвычайно важно, что эти соображения подкреплены данными многолетних фенологических наблюдений, проведенных в ГБС РАН. Здесь же предпринята попытка смоделировать величину радиального прироста трех видов сосен на основе множественной регрессии, связывающей ширину годичного кольца сразу с несколькими климатическими параметрами. Полученные модели объясняют от 44% до 60% изменчивости прироста. На основе полученных результатов сделаны рекомендации по уходу за деревьями в городской среде. Однако остается неясным, что помешало провести аналогичный анализ для деревьев из других местообитаний. Сравнение моделей множественной регрессии позволило бы лучше охарактеризовать связь радиального прироста с климатическими параметрами.

В шестой главе А.В. Черакшев продолжает обсуждение практических аспектов применения дендрохронологического анализа. В этой главе показано, что результаты дендрохронологического анализа могут успешно применяться для целей установления места происхождения древесины и определения возраста деревьев-памятников природы. В заключении автор приводит выводы, соответствующие поставленным задачам.

В целом, работа написана очень хорошо, опечатки хотя и есть, встречаются спорадически. Особенно досадно, что некоторые опечатки касаются номеров таблиц и рисунков. Автореферат полностью соответствует тексту рукописи диссертации.

**Обоснованность научных положений и выводов** определяется корректным применением современных методов статистической обработки дендрохронологической информации и использованием современного специализированного оборудования для дендрохронологических исследований и программного обеспечения.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученой степени.** Представленная работа заслуживает самой высокой

оценки. Это целостная законченная работа, вводящая в научный оборот большой массив новых оригинальных данных. Считаю, что диссертация «Дендроклиматический анализ роста сосен секции *Strobi* в Московском регионе», представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология), полностью соответствует требованиям действующего Положения о порядке присуждения ученой степени, а ее автор, Андрей Васильевич Черакшев, заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук.

Официальный оппонент

Старший научный сотрудник Лаборатории исторической экологии  
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН  
Кандидат биологических наук, специальность 03.02.08 - Экология

Б.Ф. Хасанов

119071, Москва, Ленинский пр., 33

<http://www.sev-in.ru/>

Тел. 8 495 6331417

e-mail [bulatfk@gmail.com](mailto:bulatfk@gmail.com)

