

ОТЗЫВ

официального оппонента д.б.н. Агафонова Л.И. на диссертационную работу Бабушкиной Елены Анатольевны "ФАКТОРЫ ДИНАМИКИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА И СТРУКТУРЫ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В СЕМИАРИДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮГА СИБИРИ", представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биологические науки).

Диссертационная работа Е.А. Бабушкиной изложена на 358 страницах, состоит из Введения, семи Разделов, Заключение, Основных выводов и Списка литературы, который содержит 663 источника (477 из них на иностранном языке). Диссертация проиллюстрирована 88 рисунками и 54 таблицами. Общая структура диссертации соответствует требованиям, предъявляемым к содержанию и оформлению диссертаций на соискание степени доктора наук.

Во **Введении** автором излагаются основные положения, которым обязательно должна соответствовать диссертационная работа на соискание степени доктора наук – актуальность исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

Актуальность исследования. Дендрохронология в последние десятилетия всё более используется не только в области экологии, но и в междисциплинарных исследованиях. Наибольшее число дендрохронологических работ в России сфокусировано на исследовании связей радиального прироста деревьев с климатическими условиями на северном и верхнем пределе распространения древесной растительности, где основным фактором влияния на рост деревьев является температура воздуха, в то время как исследований на территории с семиаридным и аридным климатом выполнено значительно меньше. В связи с этим представленная к защите диссертационная работа Е.А. Бабушкиной полностью отвечает актуальности такого рода исследований и вносит значимый вклад в развитие этого направления.

Научная новизна работы. В диссертационной работе Е.А. Бабушкиной впервые для обширного региона юга Сибири выполнено исследование влияния комплекса природно-климатических факторов, определяющих структуру и динамику радиального прироста основных видов лесообразователей в условиях семиаридного климата.

Теоретическая и практическая значимость. Результаты диссертационной работы создают предпосылки для дальнейшего развития дендроклиматических исследований в условиях

сухого климата на территории юга России, в зоне влияния которого располагаются основные зерносеящие сельскохозяйственные производства.

В Разделе 1 дается обзор ранее выполненных исследований, при этом в пяти подразделах детализируются сведения о результатах влияния дефицита влаги и других климатических переменных, влиянии возраста, индивидуальных генетических особенностей деревьев на их радиальный прирост, рассматриваются гистометрические методы исследований в дендроклиматологии. Приведен обзор работ, исследующих связи между динамикой радиального прироста деревьев и урожайностью зерновых культур, и возможности использования древесно-кольцевых хронологий (ДКХ) для прогнозирования их урожайности. Выполненный обзор отражает современное состояние исследований и знание автором исследуемой проблематики.

В Разделе 2 представлены объекты и методы исследования, использованные автором в диссертационной работе. Сведения об объектах и методах исследования представлены в семи подразделах, описывающих создание сети и базы данных ДКХ, природно-климатических условиях, биологические особенности древесных пород, методы анализа ДКХ и гистометрический анализ структуры годичных колец, исследование генетического полиморфизма лиственницы сибирской и статистические методы анализа. Однако, несмотря на это, к структуре раздела есть замечания. Если методы исследований в п.п. 2.4, 2.5, 2.7 представлены достаточно детально, то к п.п. 2.1 и 2.2 появляются вопросы.

В частности, подразделе 2.1 не указаны критерии, по которым выбирались участки для отбора кернов древесины. В тексте не достаёт общей информации о метеостанциях (мс), положение которых неопределенно в описании и на рис. 2.1. Упоминание о мс Черёмушки отсутствует среди перечисленных, при этом далее (п.2.2) данные этой мс сравниваются с другими. Также было бы полезно обозначить на рис. 2.1 не только положение ДКХ, но и их кодировку, чтобы можно было видеть, какие ДКХ использовались при тех или иных исследованиях. В п. 2.2 представлены и почвы, и растительность, и климат, и гидрология, при этом здесь же анализируются гидролого-климатические особенности территории. Вся эта информация не структурирована и не способствует логичности изложения. На рис. 2.4 (с. 47) не обозначены кривые данных наблюдений, соответствующие той или иной мс.

При обсуждении влияния Саяно-Шушенской ГЭС как раз и не достаёт сведений о положении мс, по данным которых исследуется влияние ГЭС на местный климат. Поскольку влияние крупных водных объектов на температуру воздуха теплого сезона года проявляется в охлаждающем (летние месяцы) и обогревающем (осенью) эффекте, логично было

рассматривать температурный режим атмосферного воздуха именно этих сезонов года, а не апреля-октября и ноября-марта. При этом нужно сравнивать данные из зоны влияния водохранилища с региональными температурами вне зоны его влияния. Без соблюдения этих условий полученные автором результаты, скорее всего, отражают общую/глобальную тенденцию изменения температуры воздуха.

Поскольку автор в исследовании фокусируется на влиянии на прирост градиентных различий региона, было бы полезно дать сводную таблицу с характеристикой всех используемых мс и показать различия не только между тремя станциями (Минусинск, Черёмушки, Оленья речка).

Среди других замечаний отметим отсутствие обозначений для переменной ΔL и L в уравнении 2.1 и в последующих уравнениях этого раздела, а также неудачные фразы и выражения «пионерские» на с. 15, девятая строка сверху, «температурное поле» на с. 44/11, «Усредненный климат» в табл. 2.3, «недостаточно увлажненный климат» на с. 54/3.

Как достоинство раздела отметим детальное описание методов исследований в п.п. 2.4, 2.5, 2.7.

Раздел 3 диссертационной работы называется «Пространственно-временные закономерности климатического отклика радиального прироста основных хвойных пород региона». На наш взгляд корректнее было бы говорить о *связях* прироста, а не *закономерностях*, поскольку многообразие локальных условий исследуемого региона настолько разнообразно, что не позволяет говорить о масштабных и единых общих закономерностях влияния комплекса ландшафтных, геоморфологических, гидролого-климатических и других факторов на радиальный прирост деревьев. На многообразие действующих факторов указывает и предложенная автором структура раздела.

В п. 3.1. автор анализирует связи прироста сосны и лиственницы вдоль широтного градиента, акцентируя внимание на различиях, обусловленных влиянием температуры и осадков. Однако вне поля зрения автора остались высотные различия участков (650-700 и 550-6500 м н.у.м соответственно). Вполне возможно, что различия, в большей степени, обусловлены именно этим фактором, тем более что автор в Разделе 1 (п. 1.1, с. 20) упоминает о существовании высотного температурного градиента $0.65\text{ }^{\circ}\text{C}$. Следует высказать замечания к оформлению этого подраздела: для большей наглядности и восприятия материала было бы желательно привести матрицу корреляций между используемыми хронологиями, а не приводить в тексте их размах; для EPS (табл. 3.1, с. 80) принято указывать период времени, на котором он значим; для всех статистик в тексте и на рисунках подраздела не указана длительность периода используемых инструментальных наблюдений.

В подразделе 3.2 автор пытается анализировать влияние локальных условий на прирост сосны и лиственницы, в частности различия по увлажнению почвы. Основное замечание к п.3.2 связано с отсутствием инструментальных наблюдений за почвенной влажностью и характеристикой почвенных горизонтов на исследуемых участках. Проведение таких работ облегчило бы интерпретацию результатов. Никак автором не интерпретируются высотные различия для участков BER1 и BER2.

Есть замечания к оформлению: использование двойной кодировки хронологий (BER1/LS1 и др.) усложняет восприятие материала; на рис. 3.8 можно только догадываться, что означают подписи к осям абсцисс $Ops1$ и другие, проще было привести кривые приростов/индексов к одному масштабу; как и в предыдущем подразделе в табл. 3.2 интервал для EPS, не совсем понятно, что есть «средний коэффициент корреляции с локальной хронологией».

В п. 3.3 автор исследует реакцию радиального прироста ели в условиях высотного градиента. К сожалению, в работе не объясняется выбор именно ели как объекта исследования и чем обусловлен выбор участков. Использование нескольких кодировок для ДКХ, к которым вновь приходится адаптироваться, усложняет прочтение текста. В табл. 3.5 встречаются новая дифференциация ДКХ и новые кодировки, объяснение которых появляется только в дальнейшем тексте, что также усложняет понимание материала. Поскольку автор использует объектом ель, а еловые древостой по природе совершенно разновозрастные, и не приводится возрастная структура древостоев на участках, то корректнее в табл. 3.5 было бы указать медиану, а не средний возраст деревьев. На с. 103 в первом предложении сообщается о высокой корреляции между локальными и подвыборочными хронологиями, но сама матрица корреляций не показана. На наш взгляд, все объяснения выявленных автором связей прироста с климатическими переменными имеют не утвердительный, а гипотетический характер поскольку, как уже отмечалось, еловые древостой имеют выраженную разновозрастную структуру. Тоже и в представленной работе, возраст варьирует от 39-73 до 103-292 лет (см. табл. 3.5, с. 99). Разделение/группировка деревьев на классы возраста не проводилась, использовался лишь кластерный анализ (в тексте детали анализа не приводятся). Вполне возможно, что в группы А и В попали деревья разных классов возраста. В таком случае выявленная дивергенция может быть обусловлена не локальными условиями, а фитоценотическими/конкурентными отношениями между деревьями. В этом случае также могут оказать влияние на реакцию прироста ели полнота древостоя, его сомкнутость и другие таксационно-морфологические характеристики. Некоторые рассуждения автора основаны на литературных сведениях и имеют гипотетический характер, в частности это касается почвенных особенностей участков и мощности снегового покрова, поскольку натурные наблюдения на них не выполнялись. Замечание по оформлению рис. 3.14: не

отмечено, что означают прямые пунктирные линии; не указан период времени метеонаблюдений, которые использовались в анализе.

В Разделе 4 анализируются связи радиального прироста деревьев обусловленные индивидуальными внутренними факторами – энергией роста и генетической изменчивостью. В подразделе 4.1 исследуются особенности связей прироста деревьев с климатическими переменными, обусловленные энергией роста. Основное замечание по этой части работы связано с достаточно вольным отношением к возрастной структуре деревьев, которые использовали для построения обобщенных (локальных по автору) ДКХ. В работе не указано, к каким классам возраста относятся деревья на этих участках, их представительство по классам возраста, какова длительность индивидуальных хронологий на каждом участке. Из лесоведения известно (Мелехов, 1980; Белов, 1989), что деревья первых трех классов возраста в оптимальных условиях демонстрируют наибольшую энергию роста по диаметру, которая связана с производительностью фотосинтеза, с максимумом в возрасте ~60 лет. В лесоведении и лесной экологии для хвойных пород к одному классу возраста относят деревья с разницей в 20 лет, но автор, не объяснив причины, использует градацию в 30 лет (рис. 4.5, с. 121). Использованный подход затрудняет дальнейшую интерпретацию связей для самого автора. В частности, на с. 125, 9-я строка сверху, отмечается, что «у деревьев I кластера средняя площадь ствола 2.1 -2.4 раза больше, чем у деревьев соседнего II кластера (при сравнении одновозрастных деревьев)», однако, на рис. 4.5 показано, что каждому кластеру соответствует определенный интервал возраста. На этой же странице (строка 4 сверху) некорректно объясняется энергия роста деревьев из V кластера – «для которых во внешнем сигнале должен присутствовать более значимый вклад фитоценотического влияния (конкуренции) и особенностей рельефа». Согласно рис. 4.5 деревья этого кластера имеют возраст 140-170 лет, т.е. древостой входит в стадию климакса, для которого характерно минимальное влияние фитоценотических факторов (Уиттеккер, 1980, Разумовский, 1981). Следует сделать замечания по оформлению. В таб. 4.1 в столбце «Древостой» следовало указать его состав, в столбце «Нижние ярусы растительности» не понятно, что означает «плотность подлеска», а в столбце «Почва и топография» не понятно, что означает % гумуса. Раз уж используется термин топография, то желательно было учитывать экспозицию склона, поскольку территория относится к условиям сухого климата. В подписях к рис. 4.3, 4.9 отсутствуют пояснения для использованных на них обозначений, а рис. 4.7 совершенно не читается из-за черно-белого представления. В таблице рис. 4.4 и в табл. 4.2 и 4.4 различаются распределения количества деревьев по кластерам и общее число деревьев. В табл. 4.2 и 4.4 не указан период, для которого рассчитан EPS и что означает диапазон для коэффициента г-

bar. На с. 114, 14-я строка сверху, начало предложения «Следует отметить...» и на с. 122/10, начало предложения «Отрицательное воздействие...» автор высказывает утверждения не подтвержденные ссылками на источники, а собственные исследования по высказываемым воздействиям не проводились.

В подразделе 4.2 автор пытается исследовать особенности влияния генетической неоднородности на радиальный прирост деревьев в условиях сухого климата. Отметим, что в российской практике дендрохронологических и дендроклиматических исследований это, если не первая, то одна из первых работ. Уже сама по себе задача исследования генетической неоднородности прироста деревьев (не обязательно по радиусу) очень сложна и многообразна, и еще больше осложняется при включении дополнительного внешнего фактора, что и отмечается автором. Полученные результаты показывают, что это действительно так, и в выводах о связи прироста, обусловленного генетической изменчивостью, с климатическими переменными скорее обозначено интуитивное видение автора, нежели обеспеченный достоверностью результат. Вновь, к сожалению, приходится делать замечания по оформлению и представлению графического и табличного материала. На рис. 4.10 (с. 131) не дается пояснение для приведенных обозначений и координатных сеток. На с. 132 строка 6 можно лишь догадываться, что такое IndHet, нет обозначения в табл. 4.6 для приводимых в первой строке переменных, только в конце этой таблицы можно найти описание используемых обозначений. Совершенно неинформативна табл. 4.8, и нет пояснения для коэффициента $as1$ (автокорреляция?), дублирующий таблицу рис. 4.12 не полный. Нет логики в расположении кластеров на рис. 4.14.

В Разделе 5 исследуются возможности использования ДКХ для анализа регионального режима увлажнения. В п. 5.1 автор исследует возможности дендрогидрологического анализа уровня режима оз. Шира. На с. 146, 7-я строка первого абзаца, автор отмечает, что использовали ГТК Селянинова, поскольку «Для исследуемой территории этот коэффициент имеет более отчетливую связь сростом древесных растений, чем, например, PDSI», но убедительных свидетельств не приводится. Статистические характеристики ДКХ разбросаны по нескольким таблицам, что не способствует целостному восприятию информации об использованных хронологиях. В тексте встречаются неудачные формулировки: «Осадки второй половины сезона оказывают влияние на рост через аккумуляцию субстратов деревом для активации роста в следующем году» (с. 150, первый абзац сверху); «зависимость ΔL от стандартной региональной хронологии и ее линейная аппроксимация» (с. 152, рис. 5.4. д) – уровень озера не может зависеть ДКХ.

В этом же абзаце ниже автор приводит объяснение отрицательного влияния температуры воздуха на радиальный прирост через увеличение эвапотранспирации, которое справедливо отчасти, поскольку высокие температуры оказывают негативное влияние на фотосинтетическую активность ассимиляционного аппарата деревьев (Козловский, Крамер, 1983; Kozłowski, Pallardy, 1997), особенно в мае, когда влагозапас почвенного профиля максимален после весеннего снеготаяния. В таком случае, утверждение автора не обосновано собственными исследованиями и имеет дискуссионный характер.

При анализе связей уровня режима оз. Шира с осадками следовало рассматривать осадки за гидрологический год, а не годовые суммы календарного года. К сожалению, автор не ссылается на работы А.В. Шнитникова (например, Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л.: Наука, 1969), в которых на большом материале показана циклическая изменчивость уровней озер юга Западной Сибири и Казахстана и запаздывание многолетней динамики уровня от динамики осадков. Использование этих работ облегчило бы автору понимание сути проблемы и интерпретацию собственных результатов.

В п. 5.2 представлена реконструкция атмосферных осадков для территории Хакаско-Минусинской котловины. При прочтении работы возникает ряд вопросов. В тексте на с. 157, есть предложение (строка 4), «В анализе использовали остаточные индексированные хронологии, поскольку в динамике сезонных и годовых осадков автокорреляция не наблюдается», смысл которого непонятен. Есть некоторая путаница с хронологиями. Автор упоминает, что выбраны были четыре хронологии (BER, MIN, BID, KAZ), но во втором абзаце на с. 157 анализ главных компонент проводился только для трех (MIN, BID, KAZ), хотя четвертая хронология (BER) в дальнейшем используется в исследовании, но уже под другой кодировкой – BER1, при этом в табл. 2.1 (с. 36) приведены три хронологии с кодировкой BER.

На с. 159, строка 4, автор при объяснении отрицательного влияния температуры воздуха противоречит самой себе, поскольку ранее это влияние объяснялось эвапотранспирацией (см. с. 150, второй абзац сверху). При этом «косвенное воздействие температуры как регулятора эвапотранспирации» не может «подавляться при переходе от парных к частным корреляциям», что хотел сказать автор такой странной конструкцией предложения – не понятно.

К сожалению, при перечислении коэффициентов R^2_{adj} , C_p , RE, CE, PRESS-процедура (с. 160 и далее), оценивающих статистические значения реконструкции, не поясняется их назначение и не говорится о критериях их значимости. В табл. 5.7 (с. 161) появляется

коэффициент r , ранее нигде не упоминавшийся. При ссылке на цитируемых авторов (с. 164) не указаны их инициалы.

Сведения, которые приводит автор (с. 164) представляют интерес, но, к сожалению, мало что проясняют, без пояснения какие из известных центров атмосферных осцилляций влияют на формирование засух в исследуемом регионе и их повторяемости.

В Разделе 6 автор исследует агроклиматические особенности и урожайность зерновых на территории Хакасии, а также возможности использования ДКХ для реконструкции и прогноза урожайности зерновых культур. В п. 6.1 исследуются агроклиматические условия и урожайность зерновых культур (пшеница, ячмень, овёс) в зависимости от географического положения посевных площадей. Основное замечание касается методики исследования. К сожалению, автор не поясняет, как подготавливались, обрабатывались ряды по урожайности, тем более что далее (рис. 6.5, с. 177) автор использует индексы урожайности. Нет подробных сведений о самих рядах. Поскольку далее идет представление и сравнение всех посевных площадей по трем территориям, нужно было представить анализ их агроклиматических условий, используя данные метеонаблюдений для каждой территории. Это бы облегчило и улучшило изложение (и понимание другими) полученных результатов. В том виде, как материал изложен сравнение территорий невозможно, приходится верить автору «на слово». В частности, на с. 170, предложение на 4-й строке снизу – «Коэффициент вариации рядов урожайности имеет преобладающий высотный градиент, т.е. возрастает по направлению от предгорий к приенисейским степям». То же касается и широтного «гидрологического» градиента в следующем предложении, поскольку данные, о каких либо градиентах, не приводятся. То же относится к тексту на с. 175, где говорится о градиенте осадков. На с. 180, второй абзац сверху, автор противоречит сама себе, утверждая, что «влияние зимних осадков и ранневесенних температур на урожайность не является значимым». Однако агротехнические приемы снегозадержания на полях говорят об обратном. К тому же ранее, используя инструмент Seascor, автором было показано для тех же участков с ДКХ, которые далее в п. 6.2 используются для реконструкции высоко- и низкочастотных компонент в динамике урожайности, что осадки за 12 месяцев имеют наибольшее значение (рис. 3.5 с.86). Сохраняются замечания по оформлению таблиц и рисунков. В таблицах 6.1 – 6.4 и на рис. 6.6, 6.7, 6.9, не указан период, для которого приводятся статистические коэффициенты. К тому же, рис. 6.9 в подписи к нему указан как цветной, хотя в диссертации он черно-белый. Пояснительный текст рис. 6.10 содержит не полную информацию о содержании рисунка. Неудачной является фраза на с. 189, 3-я строка сверху: «Автокорреляция вносит вклад в изменчивость урожайности ячменя...».

В п. 6.2 автор представляет реконструкцию высоко- и низкочастотных компонент динамики урожайности зерновых на основе ДКХ. Основные замечания касаются изложения материала. Из методической части непонятно, чем руководствовалась автор при выборе ДКХ, при этом существует некоторая путаница при использовании хронологий. Вначале упоминается хронология BER, но далее упоминаются и BER1, и BER_PS и BER_LS, поэтому непонятно какими ДКХ автор пользуется при последующих манипуляциях с ними. Непонятно, какие хронологии используются – стандартны или остаточные, почему в одном случае используют хронологии BER и BID, а в других MIN и KAZ (рис. 6.12, с. 193 и другие случаи). Нет и четко представленных характеристик этих ДКХ. В табл. 6.7 несоответствие между общей урожайностью зерновых, рассчитанной за 53 года, тогда как урожайность отдельных видов рассчитывается за более короткие сроки – 43 и 33 года. На с. 202 появляются рассуждения о индексах «засухи/увлажнения» (на с. 204 появляются индексы PDSI, SPEI), но не объясняется критерий их выбора (ранее упоминалось, что ГТК Селянинова более приемлем, чем PDSI, см. с. 146), не расшифровывается их аббревиатура (WI?), что они обозначают, откуда взяты или как рассчитывались и за какой период времени. Тоже касается стоковых характеристик рр. Енисей и Абакан. При упоминании расходов воды на орошение не упоминаются площадные характеристики орошаемых земель, ни объемы забираемой воды, ни время создания и начала использования оросительной сети. Неудачны используемые предложения на с. 202 8-я строка сверху: «Сток р. Енисей практически не коррелирует с урожайностью. Для стока р. Абакан наблюдается слабая взаимосвязь с урожайностью».

В контексте п. 6.2 нет убедительных доказательств, какие хронологии (сосна или лиственница, остаточные или стандартные) лучше отражают низко- и высокочастотную компоненту изменчивости. Автор оперирует термином «гидрологический режим территории», но не дает пояснений, что под ним понимается. Если речь идет о речном стоке, то использование этого термина не совсем корректно.

При оформлении таблиц и рисунков не приводятся периоды времени, для которых вычисляются статистические коэффициенты (табл. 6.7, 6.8, 6.9, 6.10; рис. 6.14, 6.15).

В Разделе 7 приводятся результаты исследования гистометрического анализа структуры годовых колец. Отметим, что это направление исследований в России развивается лишь единичными группами или отдельными исследователями, и дендрохронологическая лаборатория Хакасского филиала СФУ является лидером таких исследований. Замечания к Разделу касаются некоторых методических вопросов, в частности по возрастной структуре выбранных деревьев. Разброс возраста от 110 до 186 лет может сказываться на скорости роста и размерных характеристиках клеток годовых колец. Представляется, что работа с

однородной возрастной структурой была бы более корректной. На с. 218-219 и рис. 7.2 (с. 219), автор сообщает о различиях в радиальном приросте, однако на мой взгляд, они не очевидны. Не совсем корректен для сравнения набор мест произрастания и набор хронологий по видам/породам деревьев. Полно удовлетворяет поставленной задаче набор мест произрастания только по лиственнице. В связи с этим сравниваемые характеристики анатомических параметров на с. 221-225 и на рис. 7.3 (с. 223) и 7.4 (с. 224), их различия, скорее обусловлены видовыми особенностями, нежели условиями произрастания. Особенно это заметно на характеристиках LD – диаметр люмена. К сожалению, автор не всегда объясняет критерии по которым выбираются различные коэффициенты (SPEI, PDSI или атмосферные осадки) для анализа связей гистометрических параметров с погодно-климатическими условиями. В Разделе 7. как и в предыдущих, есть рассуждения о влиянии Саяно-Шушенского водохранилища (с. 228), но автор не представляет каких-либо исследований такого влияния на местный климат и не приводит ссылки на опубликованные исследования.

Обобщая всё сказанное можно отметить большой материал, который использовал автор в диссертационной работе. Общим замечанием является не до конца продуманная структура представления материала, а изложение результатов исследования не всегда логично, что, зачастую, затрудняет понимание. Несмотря на это выводы по всем разделам хотя и не всегда новы, но отражают экологическую значимость и соответствуют реалиям экологических и климатических условий региона. Высказанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от диссертационной работы Е.А. Бабушкиной. Представленные публикации автора отражают основные положения диссертационной работы. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Елены Анатольевны Бабушкиной « Факторы динамики радиального прироста и структуры годичных колец древесных растений в семиаридных экосистемах юга Сибири» отвечает требованиям предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биологические науки), а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора биологических наук.

Отзыв подготовлен Агафоновым Леонидом Ивановичем, доктором биологических наук, заведующим лабораторией дендрохронологии Института экологии растений и животных УрО РАН: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202/3, тел. +7 912 663 1146, lagafonov@ipae.uran.ru

18 апреля 2020 г.



Л.И. Агафонов

Юрий Агафонов Л.И.

заверяю

Ученый секретарь ИЭР и УО РАН

к.д.н.

Осипова Т.С.

