

Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г.Петрозаводск, пр.Ленина,33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

№ 4 (38). Декабрь, 2020

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
А. М. Макаров
А. Ю. Мейгал
В. К. Шитиков
В. Н. Якимов
A. Gugolek B.
J. B. Jakovlev
R. Krasnov
J. P. Kurhinen

Службы поддержки

А. А. Зорина
А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК 630*561.24

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ДЕРЕВЬЕВ

РУМЯНЦЕВ
Денис Евгеньевич

доктор биол. наук, Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана,
dendro15@list.ru

ЧЕРАКШЕВ
Андрей Васильевич

аспирант, Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана,
chibin902@mail.ru

Ключевые слова:
годовые кольца
возраст деревьев
дендрохронология
обзор
методические
подходы

Аннотация: В ходе выполнения разнообразных экологических исследований часто необходимо определение возраста древесных растений. Этот вопрос может иметь прямое практическое значение в лесоводстве, лесной таксации, в рамках ухода за деревьями в урбанизированной среде и при выполнении судебно-ботанических экспертиз. Хорошо известно, что использование информации годовых колец может дать точные оценки возраста, однако исследователи не всегда правильно информированы о допустимых рамках использования такого подхода. В статье рассматриваются методические особенности и ограничения в оценке возраста деревьев разными способами. Рассмотрены такие подходы, как оценка возраста деревьев по диаметру, определение возраста хвойных пород по мутовкам, определение возраста деревьев по внешнему виду, определение возраста деревьев в посадках по документам. Основное внимание уделено методическим подходам, основанным на анализе информации годовых колец. Подробно рассматриваются два разработанных авторами методических подхода для определения возраста деревьев – памятников природы.

© Петрозаводский государственный университет

Рецензент: Л. И. Агафонов

Получена: 22 января 2020 года

Подписана к печати: 26 декабря 2020 года

Введение

Деревья характеризуются разным уровнем долголетия, который к тому же отличается для деревьев, произрастающих в лесу и произрастающих в городской среде. Оценка экосистемных функций деревьев насаждений, любые попытки перевода их в экономическую плоскость невозможны без определения возраста.

Долговечность сосны обыкновенной оценивается в среднем в 200 лет в лесу и 120 лет в городе; лиственницы – 300 лет в лесу и 200 лет в городе; тисса – до 3000 лет (Журавлев, 1964). Однако основатель кафедры ботаники и дендрологии МЛТИ академик В. Н. Сукачев (1928) высказывал мнение, что долговечность тисса может переоценивать-

ся, т. к. он способен формировать более одного годового кольца в течение сезона. В целом все хвойные в городе характеризуются долговечностью не менее 100 лет.

К числу долговечных лиственных пород относятся: дуб черешковый – долговечность от 400 лет в лесу и до 200 лет в городе; липа крупнолистная – 300 лет в лесу и 150 лет в городе; тополь белый – 200 лет в лесу и 150 лет в городе (Журавлев, 1964). Малодолговечными лиственными породами являются: ива белая, клен полевой, клен татарский, клен ясенелистный, ольха серая, чей возраст в городе, как правило, не превышает 100 лет. Отдельные экземпляры всех вышеперечисленных деревьев могут превышать по возрасту указанные цифры.

Задача оценки возраста дерева встает в ходе разнообразных исследований. Фактически любое исследование биоценоза, включающего в себя древесные растения, требует определения их возраста с тем или иным уровнем точности. В статье рассматриваются методические особенности и ограничения в оценке возраста деревьев разными способами.

Материалы

В основу работы легли материалы исследований лаборатории дендрохронологии Московского государственного университета леса (в настоящее время – Мытищинский филиал МГТУ им. Н. Э. Баумана). Задачи определения возраста древесных растений решались как составная часть комплексных исследований, а также в рамках судебно-ботанических экспертиз и реализации задач Федеральной целевой программы «Дерево – памятники живой природы». Опыт исследований был обобщен в представленной статье. В качестве ботанических образцов использовались керны, отбиравшиеся буром Пресслера, и спилы древесины. Для измерения ширины годичных колец использовался микроскоп бинокулярный стереоскопический (МБС-10) либо комплекс для анализа годичных колец ЛИНТАБ. Методика работ подробно раскрыта в предыдущих публикациях (Румянцев, 2010; Пальчиков, Румянцев, 2010; Липаткин и др., 2010).

Традиционные методы исследований

Оценка возраста деревьев по диаметру

В целом, чем старше дерево, тем оно толще. Однако скорость роста по диаметру напрямую связана с лесорастительными условиями. Так, средний диаметр деревьев сосны из сосняка лещинового будет в несколько раз больше, чем средний диаметр древостоя из сосняка сфагнового, хотя при этом возраст их будет одинаков. Большим диаметром обладают деревья, выросшие на просторе, чем деревья, выросшие в лесу. Это обусловлено главным образом разницей светового питания. Внутри одного древостоя деревья различных классов по Крафту характеризуются разным диаметром при одинаковом возрасте, что также связано с разными особенностями их светового питания.

Каждый вид деревьев характеризуется разной наследственно заданной скоростью роста по диаметру. Очень медленно растет самшит, очень быстро – тополь.

Важно, что с увеличением возраста скорость роста по диаметру начинает замедляться, и с течением времени график зависимости фактически выходит на плато, т. е. увеличение возраста фактически не ведет к увеличению диаметра.

Более правильной оценке возраста деревьев на основании диаметра способствует учет косвенных признаков: более старые деревья имеют более шероховатую, покрытую трещинами кору; более старые деревья сильнее покрыты лишайниками, чем соседние деревья в древостое; для более старых деревьев характерны такие признаки, как развитие табачных сучьев, наличие дупел и обильных плодовых тел трутовиков, высоко поднятая крона некоторым образом связана с возрастом.

Определение возраста хвойных пород по мутовкам

Этот способ упоминается, например, в учебнике Н. П. Анучина (1960). Он хорошо работает для сосны и ели приблизительно до 50-летнего возраста. Далее остатки сухих ветвей в нижней части ствола, как правило, зарастают, а подсчет числа мутовок в верхних частях кроны с плотным охвоением становится трудным для наблюдателя. Помочь в подсчете числа мутовок может лазерная указка. В целом способ этот настолько древний и хорошо известный, что описан даже в сказках Ханса Кристиана Андерсена: «В лесу стояла чудесная елочка... Елочке хотелось покорее вырасти... Прошел год – и у елочки прибавилось одно коленце, прошел еще год – прибавилось еще одно: так по числу коленцев и можно узнать, сколько лет ели» (Андерсен, 1992).

Определение возраста деревьев по внешнему виду

Общепризнано, что внешний вид дерева может служить косвенным признаком для установления его возраста. Например, подводя итог такого рода наблюдениям, Лесная энциклопедия (1985) отмечает, что помимо размеров дерева косвенными признаками его возраста служат: «цвет хвои, форма кроны, цвет и строение коры. У старых деревьев хвойных пород хвоя более светлая, у молодых – темно-зеленая, крупная. У старых деревьев, прекративших рост в высоту, крона закругленная, куполообразная, комлевая (нижняя) часть ствола покрыта толстой корой, в трещинах которой образуются наросты из водорослей и других низших растений. Для молодых деревьев характерен

усиленный рост в высоту, островершинная крона, гладкая, глянцеватая светлоокрашенная кора».

Если рассматривать такой вид, как ель европейская, то для нее показателем возраста может служить структура поверхности корки. Выделяются несколько типов, например гладкая, чешуйчатая и сосновидная. Исследования Э. Я. Рониса в лесах Латвии (1966) показали, что структура корки меняется с возрастом: на ранних этапах онтогенеза преобладают гладкокорые ели, на поздних – чешуйчатокорые. Кроме того, с увеличением возраста трещиноватость поднимается выше по стволу.

В целом точность такого рода методов определения возраста может быть оценена как один класс возраста (10 лет – мягколиственные, 20 лет – хвойные и твердолиственные) и ниже.

Определение возраста деревьев в посадках по документам

Этот способ является надежным источником в пределах ограниченного числа лет. Чем старше посадка, тем хуже работает этот метод на практике. Документы становятся все менее достоверными, все менее подробная информация в них присутствует. Главное, что даже в лесных культурах постепенно появляются деревья, возобновившиеся естественным образом. Еще более сильно этот процесс выражен в парках, где помимо естественного возобновления регулярно ведутся посадки новых деревьев. С другой стороны, важно учитывать, что при создании парка в его состав часто включается существующая здесь ранее древесно-кустарниковая растительность. Например, датой основания Главного ботанического сада РАН им. Н. В. Цицина считается 1945 г., однако там сохранились экземпляры деревьев, существовавшие задолго до этой даты, высаженные и выросшие путем естественного возобновления в период 1945–2017 гг. (Древесные растения..., 1975). Аналогичная ситуация наблюдается в дендрарии Мытищинского филиала МГТУ им. Н. Э. Баумана (бывший МГУЛ).

Еще менее надежными свидетельствами возраста являются различные свидетельские показания и воспоминания очевидцев. Опыт экспертиз показывает, что здесь часто присутствует изначально недостоверная информация, связанная с извлечением некоторой выгоды. Например, бытует легенда, что в филиале Ботанического сада МГУ «Апте-

карский огород» произрастает лиственница, высаженная Петром I около 1706 г. На самом деле она была посажена, как установлено нами по результатам дендрохронологического анализа, примерно на 120–150 лет позднее.

Рассмотрим подробнее результаты выполненного нами исследования (Румянцев, Ряхина, 2017). Ботанический сад «Аптекарский огород» был основан Петром I в 1706 г. для выращивания медицинских растений. Краткая история создания Ботанического сада МГУ была достаточно подробно освещена М. И. Голенкиным (Голенкин, 1909). Он отмечает, что рассматриваемая территория была приобретена Московским университетом в 1805 г. у Московской медико-хирургической академии, и с этого момента история сада достаточно хорошо документирована. По преданию на территории сада присутствовали несколько деревьев, высаженных Петром I: ель, лиственница и пихта, однако точно место их произрастания не было известно. В настоящее время на территории сада существует лиственница, которую традиционно называют лиственницей Петра I. Однако еще в 1939 г. это название в каталоге растений писалось со знаком вопроса, что отражало неуверенность составителей каталога в ее возрасте (Каталог..., 1939).

В 2008 г. с данного дерева Д. Е. Румянцевым был произведен отбор двух кернов древесины, а также одного керна с соседней (близкой по таксационным параметрам) лиственницы. Керны отбирались с высоты 1.3 м. Они были обработаны в соответствии со стандартной методикой, используемой в лаборатории дендрохронологии МГУЛ (Румянцев, 2010; Румянцев, Черакшев, 2013). В результате было установлено, что два керна имеют начальные кольца, сформировавшиеся в 1828 и 1830 гг., а kern с соседнего дерева имеет самое старое кольцо, сформировавшееся в 1826 г. Определение возраста деревьев по кернам с точностью до одного года затруднено всегда, т. к. при их отборе бурав почти никогда не попадает в биологический центр ствола, содержащий самое первое годовое кольцо. Также число колец варьирует по высоте ствола, уменьшаясь по мере увеличения высоты отбора образца древесины. Поэтому, если дерево высаживалось посадкой, высота его в момент посадки могла составлять 1.3 м и даже несколько более 2.0 м. Это наиболее вероятно хотя бы с точки зрения рассмотрения примера картины Василия Худоярова «Им-

ператор Петр I за работой», изображающей императора в момент посадки им молодого дерева. Керн на высоте 1.3 м как раз близко характеризует вероятный год посадки дерева. Таким образом, наиболее вероятное время посадки лиственницы, это 20-е гг. XIX в. Потеря из анализа более чем 100 годичных колец представляет собой невозможное событие. В итоге следует заключить, что настоящая лиственница Петра I, по-видимому, погибла в 1812 г. либо была целенаправленно уничтожена оккупантами как символ российской государственности. Действительно, согласно данным М. И. Голенкина (1909), оккупация Москвы французскими войсками сильно отразилась на состоянии сада. Большая часть оранжерей была разрушена, насаждения погибли, жилые помещения сгорели. В то же время ему известно, что уже в 1814 г. директор сада Г. Ф. Гофман вернулся в Москву и до самой своей смерти в 1824 г. («Википедия» называет датой смерти 1826 г.) занимался восстановлением разрушенного сада. Вероятно, что лиственница, которую мы наблюдаем в саду, была высажена либо в период, когда сад восстанавливался Г. Ф. Гофманом, либо в память о самом Г. Ф. Гофмане.

Таким образом, даже, казалось бы, хорошо документированные экземпляры растений оказываются неверно датированными.

Определение возраста деревьев по годичным кольцам

Считается, что первое письменное упоминание о возможности использования годичных колец для определения возраста дерева содержит работа Леонардо да Винчи. В «Трактате о живописи», составленном из записей Леонардо да Винчи XVI в., содержится следующий отрывок: «Круги древесных ветвей показывают число их лет и то, какие были более влажными и более сухими, смотря по большей и меньшей их толщине. И так показывают они страны света, смотря по тому, куда они обращены, потому что более толстые обращены более к северу, чем к югу, и, таким образом, центр дерева по этой причине ближе к его южной, чем к северной коре. И хотя это живописи ни к чему, все же я об этом напишу, дабы опустить возможно меньше из того, что известно мне о деревьях» (Леонардо да Винчи, 1955).

Бытует мнение, что определение возраста деревьев по годичным кольцам – наиболее точный метод. Во многом это результат освещения данного вопроса в школьной программе по биологии. Для примера процити-

руем классический, очень хороший во всех отношениях советский учебник биологии для 5–6-го классов средней школы: «Распилите круглое полено и научитесь определять возраст дерева по годичным кольцам» (Корчагина, 1980). Даже в среде биологов зачастую отсутствует понимание, что данный метод точен лишь при определенных условиях:

1) Точный возраст дерева возможно определить на пне, расположенном на расстоянии 2–5 см от почвы (высота сеянца через 1 год после достижения почвы). Подсчет годичных колец в полевых условиях затруднен, поэтому с пня берется либо спил, либо брусочек. Проба типа «сектор» неприемлема из-за факта существования в природе выпадающих годичных колец. Контроль выпадающих годичных колец возможно осуществлять на спиле путем подсчета годичных колец по всем четырем радиусам; во всех вариантах подсчета значения должны совпадать. Несовпадение числа годичных колец по разным радиусам говорит об ошибке исследования либо о существовании «ложных» или «выпадающих» годичных колец. Ложные кольца часто могут быть распознаны благодаря особой анатомической структуре. У настоящего годичного кольца одна из границ между ранней и поздней древесинной резкая (это граница между древесиной, формировавшейся в августе года N , и древесиной, формировавшейся в мае года $N + 1$). Другая граница «размытая», постепенная – это граница между древесиной разного типа, формировавшимися в разные периоды июля года N . У ложных годичных колец эта граница размыта с обеих сторон.

Вопрос существования выпавших годичных колец был подробно рассмотрен в ранней работе аспиранта (на момент публикации) С. Г. Шиятова (1963). Для точного поиска шейки корня им было предложено предварительно вести выкорчевывание дерева и затем отбор спила в нижней части ствола не под прямым углом к стволу, а под углом 45° . При работе в насаждениях Va и Vb класса бонитета такой подход безусловно оправдан. Однако и при работе в насаждениях I класса бонитета мы можем применять данный методический прием, используя для отбора спилов свежий ветровал. Ценны его указания по использованию метода перекрестной датировки для определения возраста дерева, для чего данный метод почти не используется (хотя в популярной литературе, например в статье известного натуралиста, размещенной в газете «Комсомольская правда»,

определение возраста дерева и определение возраста деревянной постройки перепутались и слились в единый несуществующий метод, и этот случай не единичен).

Выпавшие годовые кольца широко распространены не только у деревьев, произрастающих на верхней границе леса, но и у деревьев, произрастающих в иных неблагоприятных условиях, например у сосны в сфагновом типе леса. Работая в этих условиях, Г. Е. Комин (1964) для точного определения возраста деревьев предложил вести их корчевку, обрезание корневой части и раскалывание пней. Понятно, что корчевка деревьев для определения возраста технически осуществима в насаждениях V класса бонитета и на заболоченной торфяной почве. На иных объектах этот метод применять затруднительно.

Помимо технических ограничений на методы, предложенные С. Г. Шиятовым (1963) и Г. Е. Коминым (1964), существуют прямые юридические ограничения в виде статьи 260 УК РФ. Наказание по этой статье за рубку в особо крупном размере группой лиц по предварительному сговору составляет до 7 лет лишения свободы. Остается добавить, что особо крупным размером считается 150 000 рублей. Постановление Правительства РФ от 29.12.2018 № 1730 «Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства» определяет порядок расчета ущерба. Прежде всего в основе расчета ущерба лежит таксовая стоимость древесины, которая в насаждениях V класса бонитета невелика. Однако следует учитывать, что размер такс подлежит увеличению в 3 раза при определении размера вреда, причиненного в связи с нарушением лесного законодательства на особо защитных участках защитных лесов, а также в лесах, расположенных в лесопарковых зеленых поясах. Также размер такс подлежит увеличению в 5 раз при определении размера вреда, причиненного в связи с нарушением лесного законодательства в лесах, расположенных на особо охраняемых природных территориях. Поэтому даже одно дерево V класса бонитета, самовольно выкорчеванное, с формальной точки зрения может являться поводом для возбуждения уголовного дела, т. к. может дать при расчетах ущерб, превышающий 5000 рублей.

2) Чем выше расположение по высоте ствола точки отбора спила, тем меньше в ней

находится годовых колец. Такова общая закономерность роста древесных растений. Поэтому для отдельного бревна, находящегося в постройке либо на лесовозе, нельзя достоверно определить возраст дерева, из которого оно было заготовлено. Из одного ствола дерева, поступившего в рубку, может быть выработано несколько деловых сортиментов. Анализируя диаметры на концах сортиментов, мы можем определить, какой из концов сортиментов был ближе к земле, но, подсчитав числа годовых колец на основе отобранного с него спила, мы можем определить точный биологический возраст дерева. Однако наличие определенного числа годовых колец на образце позволяет нам диагностировать возраст с формулировкой «не менее чем». Например: «возраст не менее чем 50 лет».

3) Отбор керн древесины, как правило, не дает возможности установить точный возраст дерева. Для этого необходим отбор керн в нижней части ствола дерева, но информацию о возрасте может дать только керн, попавший в биологический центр ствола и содержащий в себе сердцевину (она легко заметна на образце). Биологический центр ствола практически никогда не совпадает с геометрическим. Для отбирающего керн исследователя сложно попасть буром в геометрический центр ствола, а попадание в биологический центр практически невозможно. Кроме того, можно провести расчет наиболее вероятного значения биологического возраста дерева. Расчет основан на анализе угла наклона годовых колец на керне в части, наиболее близкой к центру ствола, а также на учете ширины годовых колец, наиболее близких к центру ствола.

Оригинальные методы исследований

Всероссийская программа «Деревья – памятники живой природы» была учреждена в 2010 г. Советом по сохранению природного наследия нации в Совете Федерации ФС РФ. С инициативой создания программы выступило НПСА «ЗДОРОВЫЙ ЛЕС» при поддержке Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) (Уникальные деревья..., 2019).

С момента запуска на сайт Программы, по данным на 1 мая 2019 г., поступило в общей сложности 832 заявки из разных регионов России, 480 деревьев были внесены в Национальный реестр старовозрастных деревьев России. Решением сертификационной комиссии 216 деревьев из реестра полу-

чили почетные звания «Дерево – памятник живой природы». В настоящее время в реестре представлены деревья из 76 регионов-участников (из 85 субъектов РФ – вместе с Республикой Крым и Севастополем). Реестр охватывает около 43 видов деревьев.

Определение возраста дерева по керну, не содержащему сердцевины ствола (на примере сосны веймутовой)

В садово-парковом строительстве XIX – начала XX в. широкое применение получила интродукция экзотических видов древесных растений. Одним из видов в качестве интродуцента стала сосна веймутова, завезенная в Европу лордом Веймутом еще в далеком 1705 г. Исключением не стал и парк усадьбы Рассказово (Арженка) семьи купцов и фабрикантов Асеевых, где был высажен этот представитель рода сосна.

23 марта 2017 г. в Национальный реестр был внесен первый экземпляр вида *Pinus strobus* из Тамбовской области, произрастающий в парке усадьбы Асеевых в Рассказово, под номером 612 (Уникальные деревья..., 2019). По результатам проведенного обследования экспертами были установлены его основные таксационные характеристики. Высота дерева составила 22 м, диаметр ствола – 78 см. Дерево визуально без признаков ослабления, болезней и вредителей, отличается эстетическими качествами от местных аборигенных видов древесных растений. По результатам определения возраста по образцам древесины, отобранным с этого дерева, было установлено, что возраст его составляет на 2019 г. 117 лет. Полученный возраст подтверждает факт высадки данного дерева в начале XX в. в период повсеместного использования веймутовой сосны в качестве интродуцента в садово-пар-

ковом строительстве.

Выполненные нами исследования на одном из наших объектов, расположенном в Озеренском участковом лесничестве Дзержинского лесничества Калужской области, позволили выявить еще один экземпляр сосны веймутова, превосходящий по таксационным параметрам и эстетическим свойствам описанный выше экземпляр. Высота его составляет 32 м, диаметр на высоте 1.3 м – 90 см. Это дерево, произрастающее в насаждении такого же вида, особенно выделяется среди остальных своими размерами и отличным состоянием, поэтому было решено подать заявку во Всероссийскую программу «Деревья – памятники живой природы» (Уникальные деревья..., 2019). Дерево было включено в Национальный реестр старовозрастных деревьев России под номером 795. В результате голосования на ежегодном заседании сертификационной комиссии программы 18 апреля 2019 г. данному дереву был присвоен статус «Дерево – памятник живой природы».

Возраст обоих деревьев определялся по оригинальной методике. Данная методика позволяет наиболее точно определить возраст деревьев в тех случаях, когда буров при сверлении проходит не через центр ствола дерева, а по хорде относительно сердцевины. Это необходимо, т. к. практически невозможно попасть точно в центр ствола, особенно если работать с деревьями большого диаметра. В итоге некоторое число годичных колец почти всегда выпадает из расчета, в результате возраст получается заниженным. Ниже представлен пример расчета возраста двух веймутовых сосен, описанных выше. Характеристика кернов отобранных деревьев приведена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика отобранных кернов

| № дерева по реестру / порядковый номер керна | Высота отбора керна, м | Длина окружности на высоте отбора керна, см | Сторона света отбора керна |
|--|------------------------|---|----------------------------|
| № 612-1 | 1.15 | 246 | В – З |
| № 612-2 | 1.1 | 247 | С – Ю |
| № 795-1 | 1.3 | 281 | С – Ю |

При определении возраста были реализованы следующие этапы расчета (согласно оригинальной методике).

1. Определение длины отрезка древесины, недоступного для анализа. Если буров при сверлении проходит не через радиус окружности с центром в сердцевине, а по

хорде, то необходимо на керне измерить длину хорды b и высоту сегмента a (рис. 1). Затем строим равнобедренный треугольник и описываем около него окружность, которая является как бы продолжением участка кольца на керне (рис. 2).

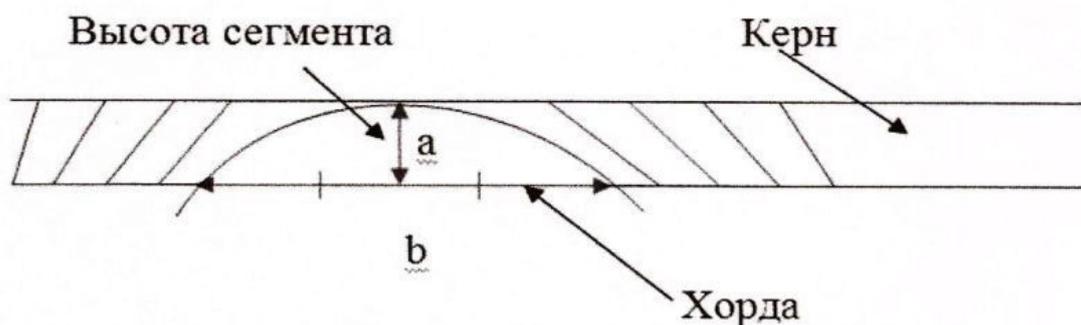


Рис. 1. Схема керна
Fig. 1. The scheme of core

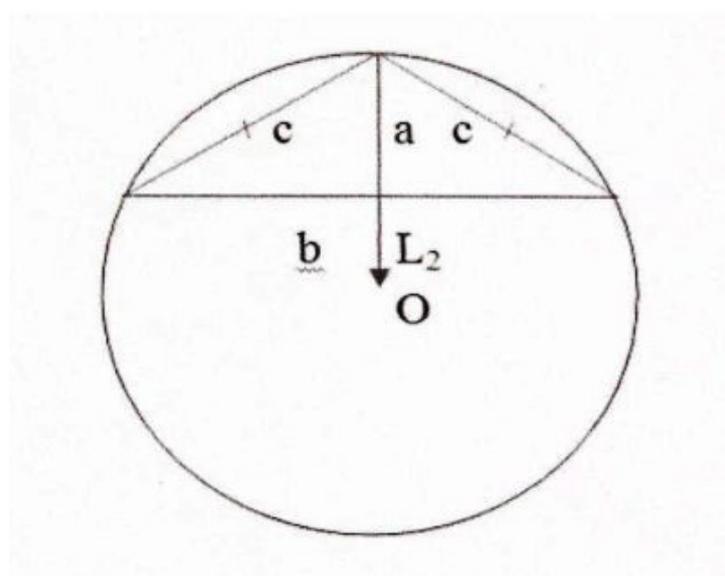


Рис. 2. Схема построения треугольника
Fig. 2. The scheme for the construction of a triangle

Радиус описанной окружности вокруг равнобедренного треугольника окружности определяется по следующим формулам:

$$L_2 = \frac{c^2}{\sqrt{(2c)^2 - b^2}}, \quad c^2 = a^2 + \frac{1}{2}b^2,$$

где L_2 – радиус окружности (длина недоступного для анализа участка древесины), a – высота сегмента, b – длина хорды.

2. Расчет средней ширины годичных колец, находившихся на недоступном для анализа участке древесины:

$$M_x = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5) / 5,$$

3. Определение числа годичных колец на недоступном для анализа участке древесины: где M_x – средняя ширина годичного кольца, $x_1 \dots x_5$ – размеры последних 5 колец, ближайших к выпавшему из анализа

участку древесины:

$$A_1 = L_2 / M_x,$$

где A_1 – расчетное число годичных колец на недоступном участке древесины, L_2 – радиус окружности (длина недоступного для анализа участка древесины), M_x – средняя ширина годичного кольца.

4. Определение возраста дерева по отдельному радиусу на высоте отбора керна:

$$A_2 = A_0 + A_1,$$

где A_2 – возраст дерева на высоте отбора керна, A_0 – число годичных колец, реально обнаруженных на керне, A_1 – расчетное число годичных колец на недоступном участке древесины.

5. Расчет количества лет, необходимых молодому дереву для достижения высоты отбора керна:

$$A_3 = H/b,$$

где A_3 – возраст, необходимый для достижения деревом высоты отбора керна, H – высота отбора керна, b – условный средний линейный прирост. Размеры условного линейного прироста находятся в прямой зависимости от биологии и географии произрастания исследуемого дерева и, как правило,

могут составлять от 10 до 30 см за 1 год.

6. В итоге вычисляется биологический возраст дерева:

$$A_4 = A_2 + A_3$$

На основании данных этих формул и данных табл. 2 произведен расчет возраста деревьев-памятников (табл. 3).

Таблица 2. Исходные данные для расчета возраста

| № дерева по реестру / порядковый номер керна | Длина хорды b , мм | Высота сегмента a , мм | Недоступный для анализа участок древесины, мм | Средняя ширина ближайших к недоступному участку 5/10 колец, мм | Расчетное число годовичных колец на недоступном для анализа участке древесины, шт. |
|--|----------------------|--------------------------|---|--|--|
| № 612-1 | 9.5 | 0.5 | 22.8 | 2.242 | 10 |
| № 612-2 | 16.5 | 1.5 | 23.4 | 2.304 | 10 |
| № 795-1 | 37 | 3.5 | 50.64 | 7.8 | 6 |

Таблица 3. Расчет возраста деревьев

| Порядковый номер керна | Число годовичных колец на керне, шт. | Расчетное число годовичных колец на участке древесины, недоступном для анализа, шт. | Условный средний линейный прирост в первые годы жизни, см | Возраст достижения деревом высоты отбора керна, лет | Итоговый возраст, лет |
|------------------------|--------------------------------------|---|---|---|-----------------------|
| № 612-1 | 99 | 10 | 20 | 6 | 115 |
| № 612-2 | 99 | 10 | 20 | 6 | 115 |
| № 795-1 | 84 | 6 | 20 | 7 | 97 |

Итоговый возраст дерева № 612 на 2017 год: 115; Итоговый возраст дерева № 795 на 2018 год: 97.

В связи с тем что образцы древесины (керы) отбирались в разные годы, к расчетному возрасту необходимо добавить количество лет, чтобы получить возраст на текущий момент, поэтому на сегодняшний день возраст сосны веймутова из Тамбовской области составляет 117 лет, а сосны из Калужской области – 98 лет. Несмотря на несущественную разницу в возрасте (19 лет), сосна из Калужской области намного превосходит сосну из Тамбовской области по таксационным параметрам.

Определение возраста дерева, имеющего в стволе обширную ядровую гниль (на примере дуба черешчатого)

К часто встречающимся явлениям у старовозрастных деревьев, затрудняющим точное определение возраста, относится наличие в стволе ядровых гнилей разной степени развития. Поэтому приходится прибегать к расчету числа годовичных колец с учетом возможного их количества на недоступном для

анализа участке древесины.

Этапы расчета:

1. Определение среднего радиуса ствола:

$$M_R = (L/3,14)/2,$$

где M_R – средний радиус ствола, L – длина окружности ствола.

2. Определение длины недоступного для анализа участка древесины:

$$L_2 = M_R - L_1,$$

где L_2 – длина недоступного для анализа участка древесины, L_1 – длина керна, M_R – средний радиус ствола.

3. Расчет средней ширины годовичных колец, находившихся на недоступном для анализа участке древесины. Методика расчета зависит от длины взятого (отобранного) керна по отношению к фактическому (среднему) радиусу ствола:

а) Если имеющийся керн имеет длину не менее 70 % рассчитанного среднего радиуса ствола:

$$M_x = (x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5)/5,$$

где M_x – средняя ширина годовичного кольца, $x_1... x_5$ – размеры последних 5 колец, бли-

жайших к выпавшему из анализа радиусу.

б) Если имеющийся керн имеет длину менее 70 % от рассчитанного среднего радиуса:

$$M_x = (x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_{10})/10,$$

где M_x – средняя ширина годичного кольца, $x_1 \dots x_{10}$ – размеры последних 10 колец, ближайших к выпавшему из анализа радиусу.

4. В случае когда керны с разных радиусов сильно отличаются между собой по длине, а ряд радиального прироста не имеет сильно выраженного возрастного тренда, среднюю ширину рассчитывают по формуле:

$$M_x = L/N_x,$$

где M_x – средняя ширина годичного кольца, L – длина керна, N_x – число годичных колец, зафиксированных на керне.

5. Затем рассчитывают возраст дерева на высоте отбора керна:

$$A_1 = M_R/M_x,$$

где A_1 – возраст дерева на высоте отбора керна, M_R – средний радиус дерева на высоте отбора керна, M_x – средняя ширина годичного кольца.

6. Для того чтобы определить возраст

дерева по отдельно взятому радиусу, предварительно нужно рассчитать возраст, необходимый для достижения деревом высоты отбора керна:

$$A_2 = H/b,$$

где A_2 – возраст, необходимый для достижения деревом высоты отбора керна, H – высота отбора керна, b – условный средний линейный прирост. Размеры условного линейного прироста находятся в прямой зависимости от биологии и географии произрастания исследуемого дерева и, как правило, могут составлять от 10 до 30 см за 1 год.

Затем вычисляется возраст дерева по отдельно взятому радиусу:

$$A_3 = A_1 + A_2,$$

где A_3 – возраст дерева по отдельно взятому радиусу, A_1 – возраст дерева на высоте отбора керна, A_2 – возраст, необходимый для достижения деревом высоты отбора керна.

7. Итоговый возраст дерева определяется как среднее значение из нескольких расчетных значений.

На основании данных табл. 4 был произведен расчет возраста учетного дерева (табл. 5).

Таблица 4. Исходные данные для расчета возраста

| Порядковый номер керна | Длина керна, см | Средний радиус на данной высоте, см | Недоступный для анализа участок древесины, см | Средняя ширина ближайших к недоступному участку 5 колец, мм | Среднее число годичных колец на недоступном для анализа участке древесины, шт. |
|------------------------|-----------------|-------------------------------------|---|---|--|
| 1 | 16.1 | 72.2 | 56.6 | 1.66 | 341 |
| 2 | 21.4 | 89.2 | 67.8 | 2.33 | 291 |
| 3 | 18.6 | 72.7 | 54.1 | 2.22 | 244 |
| 4 | 21.8 | 89.2 | 67.4 | 1.64 | 411 |
| 5 | 27.4 | 72.7 | 45.3 | 3.34 | 136 |

Таблица 5. Расчет возраста учетного дерева

| Порядковый номер керна | Число годичных колец на керне, шт. | Расчетное число годичных колец на участке древесины, недоступном для анализа, шт. | Условный средний линейный прирост в первые годы жизни, см | Возраст достижения деревом высоты отбора керна | Итоговый возраст, лет |
|------------------------|------------------------------------|---|---|--|-----------------------|
| 1 | 111 | 341 | 15 | 9 | 461 |
| 2 | 139 | 291 | 15 | 4 | 434 |
| 3 | 107 | 244 | 15 | 9 | 360 |
| 4 | 119 | 411 | 15 | 4 | 534 |
| 5 | 133 | 136 | 15 | 9 | 278 |
| Среднее значение | | | | | 413 |

Обсуждение

Определение возраста древесных растений, и в первую очередь деревьев, часто представляет собой задачу, критически значимую для результатов экологических, лесоведческих, лесоводственных, лесотаксационных исследований. Роль методической грамотности при определении возраста еще более возрастает в том случае, когда подобного рода исследования выполняются в рамках судебно-ботанической экспертизы. Рассмотрим некоторые типичные методические ошибки. Хотя из этических соображений они не сопровождаются конкретными ссылками на авторов и источники, но все они основаны на реальных случаях экспертной практики.

При определении возраста деревьев на основании показателей диаметра очень часто существует тенденция к его преувеличению, удревнению. Например, возраст платанов, произрастающих во дворе культовой постройки, был завышен на 300–400 лет в связи с тем, что был поставлен знак равенства между датой закладки постройки (известной из исторических документов) и датой высадки деревьев.

Дуб, произраставший на открытом месте (хорошее световое питание), на берегу реки (хорошая влагообеспеченность), на месте полууничтоженного черноольхового древостоя (богатство почвы азотом благодаря деятельности клубеньковых бактерий), накопил крайне крупный диаметр (более 2 м) при достаточно скромном возрасте (около 150 лет).

Тополь белый, произрастающий на территории г. Москвы, при диаметре более 1 метра имел возраст около 90 лет и выглядел старше всех соседних деревьев, которые на самом деле были ему приблизительно ровесниками. Быстрый рост был запрограммирован наследственными экологическими свойствами данного вида.

Свидетельские показания нередко встречались в нашей практике в территориальных спорах между соседями за обладание участками земли в связи с определением точных границ участков. То, что некогда было неважным, стало важным, когда цена за землю в отдельных районах Московской области достигла больших значений. Свой вклад внесла «дачная амнистия», согласно которой пользователи, владевшие неоформленным участком земли (самозахват), могли присоединить его к своим законным владениям в том случае, если докажут факт использования его до 2005 г. В этом плане

установление возраста произрастающей на участке яблони могло решить вопрос даже при определении возраста с формулировкой «не менее чем X лет». В такого рода экспертизах нередки ситуации, когда возраст, диагностированный по свидетельским показаниям, разнится с оценками возраста на несколько десятков лет.

Исторические документы в ряде случаев также трактуются неверно. Например, в Никольской лесной даче (территория современного Щелковского учебно-опытного лесхоза) в XIX в. создавались посадки лиственницы европейской. Возраст деревьев на пробной площади был определен с учетом диаметра и исторических документов. Однако отбор модельного дерева и анализ спила показали, что исследуемый древостой старше на несколько десятков лет. Причина ошибки в определении возраста опытными лесоведами была связана во многом с тем, что с возрастом ширина годичного кольца сильно уменьшается и у большинства старовозрастных деревьев диаметр практически перестает увеличиваться.

Производством артефактов нередко занимаются исследователи, определяющие возраст подсчетом годичных колец на керне. В итоге могут получаться многозначительные выводы о том, что деревья верхнего яруса в старовозрастном ельнике моложе деревьев ели из более нижнего яруса. С учетом того, что ель может «сидеть» под пологом несколько десятков и даже более сотни лет, формируя очень узкие годичные кольца, потеря из анализа даже 1 см древесины керна может существенным образом влиять на выводы исследования.

Типичной методической ошибкой является отождествление числа колец, зафиксированных на образце круглых лесоматериалов (например, на торце бревна из стен деревянного дома; на торце бревна, расположенного на лесовозе), и биологического возраста дерева, из ствола которого было заготовлено это бревно. Например, у представителей природоохранных организаций может складываться мнение, что на лесовозе присутствует древесина, заготовленная в молодом древостое (не достигшем возраста спелости). На самом деле причина в том, что из ствола дерева из спелого древостоя заготавливают несколько круглых сортиментов, а число годичных колец на поперечном срезе по мере увеличения высоты ствола убывает. Дерево может иметь биологический возраст 100 лет, однако верхние части его ствола мо-

гут содержать 20, 10 и так далее (вплоть до 1) годовых колец.

Неверным мы считаем методический подход (использовавшийся одним «ученым») по определению интенсивности семеношения сосны обыкновенной в разные годы на основе анализа возрастной структуры популяции подроста на отдельно взятой территории методом анализа числа мутовок. Хотя для решения ряда задач этот метод может давать приемлемую точность, но точность, необходимая для восстановления обильного семеношения (точного определения возраста с точностью до календарного года), данному методу недоступна. У светолюбивой сосны в условиях конкуренции первые мутовки отмирают весьма быстро, и у разных экземпляров подроста (находящихся в разных условиях освещенности) отмереть может разное их число. Если данный метод используется для подроста ели, то здесь методическую сложность создает и способность подроста ели при определенных условиях генерировать «двойной» линейный прирост в течение вегетационного сезона.

Еще одно затруднение в восприятии результатов анализа годовых колец, связанное с возрастом, вносит метод перекрестной датировки древесно-кольцевых хронологий. Он может использоваться для решения в ходе исследования таких задач, как установление времени рубки дерева, времени усыхания дерева, факта сухостойности дерева на момент рубки, времени сооружения деревянной постройки и некоторых других. С биологической точки зрения этот круг вопросов сводится к установлению времени прекращения камбиальной активности в стволе дерева. Оно возможно с точностью до года. Для этого строится эталонная хронология (временной ряд радиального прироста, полученный измерением ширины годового кольца на образцах древесины с живущих деревьев) и тестовая хронология (получена на основе образцов древесины, отобранных с дерева, дату прекращения камбиальной активности в стволе которого необходимо установить). Метод основан на анализе математическими методами характера колебаний ширины годового кольца от года к году, расчете коэффициентов сходства (например, коэффициента синхронности) между эталонной и тестовой хронологией. Метод не связан с подсчетом числа годовых колец, а методический аппарат анализа при оценке биологического возраста и при оценке даты прекращения камбиальной активности от-

личается очень сильно.

Определение возраста кустарников с использованием информации годовых колец затруднено тем, что нередко более старые побеги отмирают, а новые, развившиеся от корневой системы, содержат в себе малое по сравнению с реальным биологическим возрастом растения число колец.

И последний вопрос, который регулярно служит предметом дискуссий, – это потенциальный вред от использования бурава Пресслера для живых деревьев. Следует отметить, что «Правила создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы» (Правила..., 2012) не просто разрешают использовать бурав Пресслера в городе, но предписывают его использование при мониторинге развития стволовых гнилей. Нет ни одной известной научной публикации, которая доказала бы вред от его использования, и это при том, что опыт использования бурава насчитывает более 150 лет (Двадцать пять..., 1875). При этом есть специализированные исследования, которые доказывают безвредность данного метода (Mantgem, Stephenson, 2004).

Заключение или выводы

Существуют различные возможности для определения возраста древесных растений, и прежде всего деревьев. Эта задача востребована в рамках разнообразных исследований, связанных не только с непосредственным изучением древесных растений, но и в комплексных экологических исследованиях. Каждый из методов имеет свою область применения, точность методов в каждом конкретном случае может оказаться как приемлемой, так и неприемлемой для целей исследования. Информация годовых колец является одним из надежных источников данных о возрасте деревьев, однако ее использование часто не может ограничиваться механическим подсчетом числа годовых колец на образцах древесины и требует выполнения соответствующих расчетов.

Подводя итог, следует заключить, что не существует «лучших» и «худших» методов определения возраста древесных растений, любой из описанных методов может быть использован, если его точность и ограничения адекватны цели и задачам исследования. Для каждого исследования этот показатель индивидуален. Практика работы с такими объектами, как деревья – памятники природы, потребовала от авторов разработки двух оригинальных методических подходов.

Библиография

- Анучин Н. П. Лесная таксация . М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960. 523 с.
- Андерсен Х. К. Ель // Сказки и истории. М.: Vita, 1992. С. 171–178.
- Голенкин М. И. Путеводитель по Ботаническому саду Императорского Московского университета . М.: Типография Московского ун-та, 1909. 75 с.
- Двадцать пять формул Пресслера для вычисления древесного прироста и лесной приростный бурав . СПб.: А. Ф. Дервиен, 1875. 92 с.
- Журавлев Н. И. Защита зеленых насаждений от болезней . Л.: ВЗЛТИ, 1964. 88 с.
- Каталог растений . М.: Изд-во Ботанического сада, 1939. 128 с.
- Корчагина В. А. Ботаника: Учебник для 5–6 классов средней школы. М.: Просвещение, 1980. 255 с.
- Леонардо да Винчи. Избранные естественнонаучные произведения. М.: АН СССР, 1955. 1207 с.
- Лесная энциклопедия. Т. 1. М.: Сов. энциклопедия, 1985. 563 с.
- Комин Г. Е. Возрастная структура и строение древостоев заболоченных лесов междуречья Лозьвы и Пельыма: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1964. 27 с.
- Липаткин В. А., Пальчиков С. Б., Румянцев Д. Е., Жаворонков Ю. М. Возможности использования метода перекрестной датировки древесно-кольцевых хронологий при расследовании дел, связанных с незаконной заготовкой древесины // Теория и практика судебной экспертизы. 2010. № 3. С. 244–254.
- Пальчиков С. Б., Румянцев Д. Е. Современное оборудование для дендрохронологических исследований // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2010. № 3 (72). С. 46–51.
- Правила создания, содержания и охраны зеленых насаждений города Москвы . М.: Департамент природопользования и охраны окружающей среды, 2012. 138 с.
- Ронис Э. Я. Формы ели обыкновенной в лесах Латвийской ССР и их лесохозяйственное значение: Автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук. Елгава, 1966. 27 с.
- Румянцев Д. Е. История и методология лесоводственной дендрохронологии . М.: МГУЛ, 2010. 109 с.
- Румянцев Д. Е., Черакшев А. В. Дендроклиматическая диагностика состояния сосен секции *Strobi* в условиях дендрологического сада МГУЛ // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2013. № 7 (99). С. 121–127.
- Румянцев Д. Е., Ряхина К. Н. О необходимости переименования лиственницы Петра I в лиственницу Гофмана (по результатам дендрохронологических исследований старовозрастной лиственницы в филиале Ботанического сада МГУ (Аптекарский огород) // Международный журнал экспериментального образования. 2017. № 4-1. С. 61–62.
- Сукачев В. Н. Лесные породы: их систематика и фитосоциология . Ч. 1. Хвойные. М.: Новая деревня, 1928. 81 с.
- Уникальные деревья России . Т. 1. М., 2019. 208 с.
- Шиятов С. Г. К методике определения возраста деревьев, произрастающих на верхней границе леса // Известия высших учебных заведений – Лесной журнал. 1963. № 3. С. 166–167.
- Van Mantgem P. J., Stephenson N. L. Does coring contribute to tree mortality? // Canadian Journal of Forest Research. 2004. Vol. 34. № 11. P. 2394–2398.

METHODOLOGICAL APPROACHES FOR DETERMINING THE AGE OF TREES

RUMYANTSEV Denis Evgenyevich *D.Sc., Mytishchi filial of Bauman Moscow state technology university, dendro15@list.ru*

CHERAKSHEV Andrey Vasilyevich *PhD student, Mytishchi filial of Bauman Moscow state technology university, chibin902@mail.ru*

Keywords:
tree rings
age of trees
dendrochronology
review
methodological
approaches

Summary: In the course of various environmental studies it is often necessary to determine the age of woody plants. This issue can be of direct practical significance in forestry, forest inventory, as part of the care of trees in an urban environment, and when performing forensic botanical examinations. It is well known that using tree-ring information can give accurate age estimates, but researchers are not always correctly informed about the acceptable limits of using this approach. The article discusses methodological features and limitations in estimating the age of trees in different ways. We consider such approaches as estimating the age of trees by diameter, determining the age of conifers by whorls, determining the age of trees by appearance, as well as the age of trees in plantings by documents. The main attention is paid to methodological approaches based on the analysis of information of annual rings. Two methodological approaches developed by the authors for determining the age of trees – natural monuments are considered in detail.

Reviewer: L. I. Agafonov

Received on: 22 January 2020

Published on: 26 December 2020

References

- A catalogue of the plants. M.: Izd-vo Botanicheskogo sada, 1939. 128 p.
- Andersen H. K. El', Skazki i istorii. M.: Vita, 1992. P. 171–178.
- Anuchin N. P. Forest inventory. M.; L.: Goslesbumizdat, 1960. 523 p.
- Golenkin M. I. Guide to the Botanical garden of the Imperial Moscow University. M.: Tipografiya Moskovskogo un-ta, 1909. 75 p.
- Komin G. E. Vozrastnaya struktura i stroenie drevostoev zabolochennykh lesov mezhdurech'ya Loz'vy i Pelyma: Avtoref. dip. ... kand. biol. nauk. Sverdlovsk, 1964. 27 p.
- Korchagina V. A. Botanika: Uchebnik dlya 5–6 klassov sredney shkoly. M.: Prosveschenie, 1980. 255 c.
- Leonardo da Vinchi. Izbrannye estestvennonauchnye proizvedeniya. M.: AN SSSR, 1955. 1207 p.
- Lesnaya enciklopediya. T. 1. M.: Sov. enciklopediya, 1985. 563 p.
- Lipatkin V. A. Pal'chikov S. B. Rumyantsev D. E. Zhavoronkov Yu. M. Possibilities of using the method of cross-dating of wood-ring chronologies in the investigation of cases related to illegal logging, Teoriya i praktika sudebnoy ekspertizy. 2010. No. 3. P. 244–254.
- Pal'chikov S. B. Rumyantsev D. E. Modern equipment for dendrochronological research, Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik. 2010. No. 3 (72). P. 46–51.
- Ronis E. Ya. Formy eli obyknovennoy v lesah Latviyskoy SSR i ih lesohozyaystvennoe znachenie: Avtoref. dip. ... kand. sel'hoz. nauk. Elgava, 1966. 27 p.
- Rules for creating, maintaining and protecting green spaces in Moscow. M.: Departament prirodopol'zovaniya i ohrany okruzhayushey sredy, 2012. 138 p.
- Rumyantsev D. E. Cherakshev A. V. Dendroclimatic diagnostics of the state of the strobus section pines in the conditions of the MSFU dendrological garden, Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa – Lesnoy vestnik. 2013. No. 7 (99). P. 121–127.
- Rumyantsev D. E. Ryahina K. N. On the need to rename the larch of Peter I to Hoffman's larch (based on the results of dendrochronological studies of old-aged larch in the branch of the Botanical gardens of Moscow State University (Apothecary garden), Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya. 2017. No. 4-1. P. 61–62.
- Rumyantsev D. E. History and methodology of forest dendrochronology. M.: MGUL, 2010. 109 p.
- Shiyatov P. G. K metodike opredeleniya vozrasta derev'ev, proizrastayuschih na verkhney granice lesa, Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy – Lesnoy zhurnal. 1963. No. 3. P. 166–167.
- Sukachev V. N. Forest tree species: their systematics and phytosociology. Ch. 1. Hvoynye. M.: Novaya

derevnya, 1928. 81 p.

Twenty-five Pressler formulas for calculating wood growth and wood augmentation. SPb.: A. F. Dervien, 1875. 92 p.

Unique trees of Russia. T. 1. M., 2019. 208 p.

Van Mantgem P. J., Stephenson N. L. Does coring contribute to tree mortality?, Canadian Journal of Forest Research. 2004. Vol. 34. No. 11. P. 2394–2398.

Zhuravlev N. I. Protection of green spaces from diseases. L.: VZLTI, 1964. 88 p.