



HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

16 / 2021

HORTUS BOTANICUS

Журнал Совета ботанических садов СНГ при МААН

16 / 2021

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

П. Вайс Джексон
Лей Ши
Йонг-Шик Ким
Т. С. Мамедов
В. Н. Решетников

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
К. Г. Ткаченко
А. И. Шмаков

Редакция

Е. А. Платонова
С. М. Кузьменкова
А. Г. Марахтанов

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20, каб. 408.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2021 А. А. Прохоров

На обложке:

The heritage landscape of Melbourne Gardens against the skyline of Melbourne City. The stunning Guilfoyle's Volcano (Cacti and Succulent collection) is in the foreground.

Source: Royal Botanic Gardens Victoria

Разработка и техническая поддержка

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск

2021

Анализ изменчивости радиального прироста у деревьев памятников природы в урбанизированной среде Москвы

РУМЯНЦЕВ Денис Евгеньевич	Мытищинский филиал Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана, 1 Институтская ул., д. 1, ЛТ-2, Мытищи, 141005, Россия dendro15@list.ru
КУЗНЕЦОВ Борис Александрович	Мытищинский филиал Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана, 1 Институтская ул., д. 1, ЛТ-2, Мытищи, 141005, Россия dendro@mgul.ac.ru
НОВОСЕЛОВ Вячеслав Витальевич	Мытищинский филиал Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана, 1 Институтская ул., д. 1, ЛТ-2, Мытищи, 141005, Россия dendro@mgul.ac.ru
МЕЛИХОВА Мария Алексеевна	Мытищинский филиал Московского государственного технического университета имени Н. Э. Баумана, 1 Институтская ул., д. 1, ЛТ-3, Мытищи, 141005, Россия dendro@mgul.ac.ru

Ключевые слова:

ex situ, старовозрастные деревья, деревья памятники природы, дендрохронология, дендроиндикация, экология Москвы, дуб черешчатый, озеленение городов, урбанизированная среда, радиальный прирост, годовые кольца, *Fagaceae*, *Quercus robur*

Аннотация:

В ходе исследования старовозрастных деревьев дуба черешчатого и вяза гладкого, произрастающих на территории Москвы и признанных памятниками природы в рамках Федеральной целевой программы «Деревья памятники живой природы», решались следующие задачи: формирование выборки деревьев из базы данных; построение древесно-кольцевых хронологий на основании кернов древесины; изучение закономерностей временной изменчивости ширины годового кольца и сравнительный анализ хронологий по разным учетным деревьям. Определение локальных лет максимального и минимального прироста важно для дальнейшего выявления факторов, благоприятно и неблагоприятно влияющих на рост растений. На данном этапе исследований установлено, что для хорошего и плохого роста исследуемых учетных деревьев как совокупности значим температурный режим в начале вегетации. Особенно четко проявляется положительное влияние на рост повышенных температур мая.

Рецензент: С. П. Гриппа

Получена: 22 июня 2021 года

Подписана к печати: 18 декабря 2021 года

Введение

Условия произрастания зеленых насаждений в городах резко отличаются от природных условий роста. В первую очередь это связано с техногенным загрязнением атмосферы и почвы в результате деятельности автотранспорта и промышленности (Кочарян, 2000). Однако здесь действуют и иные факторы, такие как трансформация климата и микроклимата; трансформация водного и воздушного режима почвы; световое и тепловое загрязнение; иная структура биотических связей в урбоэкосистеме по сравнению с естественной экосистемой, эволюционно новые варианты межвидовой конкуренции; высокая частота механических повреждений поверхности ствола; высокая частота повреждения корневой системы в результате прокладки канализации, водопровода, газопровода и иных коммуникаций; трансформация структуры почвы в результате перемешивания горизонтов; уплотнение почвы; специфичный режим ухода за деревьями со стороны человека, могущий включать обрезку, полив, опрыскивание, внесение удобрений и иные меры ухода. Выделенные факторы не являются полностью независимыми, но и не синонимичны по своему значению.

Проблема использования дендрохронологической информации при мониторинге состояния древесных растений в урбанизированной среде обсуждалась неоднократно (Липаткин и др., 1998; Липаткин и др., 2000; Николаевский, 1998; Кац, 2000; Матвеев, 2003; Ловелиус, 2007; Румянцев, 2010; Вахнина, 2011; Рунова и др., 2013). По мнению известного специалиста в области мониторинга состояния городских насаждений академика Академии коммунального хозяйства имени К. Д. Памфилова Е. Г. Мозолева (2001) «... перспективным и быстро развивающимся методом оценки сиюминутного и будущего состояния деревьев и насаждений является хорошо известный в лесоводственных исследованиях дендрохронологический метод».

Исследования, базирующиеся на изменчивости годового радиального прироста древесных растений, произрастающих в урбанизированной среде, представляются сложными по следующим причинам. Во-первых, как показано выше, фактор урбанизации — это группа факторов комплексной природы. Во-вторых, сама динамика ширины годовых колец является функцией значительного числа переменных в виде разнообразных факторов среды, при этом доза рассматриваемых факторов не стабильна во времени. В-третьих, при совместном действии экологических факторов, не могут не проявляться эффекты синергизма, аддитивности и антагонизма, и, чем больше факторов значимо для существования организма, тем более сложные функциональные связи между их взаимодействием должны формироваться.

С помощью существующих методов не всегда удается оценить реакцию древесных растений на антропогенное воздействие. В настоящее время могут оказаться востребованы исследования, итогом которых будет разработка технологии и создание на ее основе методических рекомендаций по использованию дендрохронологической информации для целей мониторинга и назначения мероприятий по уходу за древесными растениями в урбанизированной среде. Выполненное нами исследование является составной частью масштабных работ подобного рода. Предпосылки для создания подобного рода технологии имеются.

В данном исследовании основной целью был анализ временной изменчивости радиального прироста у старовозрастных деревьев памятников природы, расположенных на территории г. Москвы. Для достижения цели решались следующие задачи: формирование выборки деревьев из базы данных федеральной программы «Деревья памятники природы»; построение древесно-кольцевых хронологий на основании кернов древесины, находящихся в коллекции ботанических образцов базы данных «Деревья памятники живой природы»; изучение закономерностей временной изменчивости ширины годового кольца и сравнительный анализ хронологий по разным учетным деревьям.

предусматривает охрану зеленых насаждений городских и сельских поселений (Федеральный закон ..., 2000). Уход за зелеными насаждениями Москвы регулирует такой документ как постановление 743 «Правила создания, содержания и охраны зеленых насаждений г. Москвы» (Правила ..., 2002). Оно было принято в 2002 году и подвергалось регулярной актуализации. В нем подчеркивается, что зеленые насаждения являются неотъемлемой частью города Москвы. Наряду с архитектурным ландшафтом, объекты озеленения участвуют в формировании облика города. Они имеют санитарно-гигиеническое, рекреационное, ландшафтно-архитектурное, культурное и научное значение. Важными функциями зеленых насаждений являются обеспечение устойчивого развития города, поддержание благоприятной для человека среды обитания непосредственно в месте проживания, сохранение природных сообществ и биологического разнообразия - необходимых условий развития города. Содержанию зеленых насаждений и природных сообществ должно уделяться особое внимание, так как воздушная и почвенная среда в городе резко отличаются от естественных условий, в которых формировались наследственные биологические свойства используемых для озеленения деревьев, кустарников, других растений. В результате изменения экологии города нарушается стабильность процессов обмена веществ, прекращается рост и снижается адаптационная способность растений, то есть возможность приспосабливаться к изменяющимся факторам городской среды, что приводит, в конечном итоге, к более раннему физиологическому старению растения. Соблюдение правил содержания зеленых насаждений и природных сообществ с учетом специфичности среды их произрастания является необходимым условием создания устойчивых долговечных и высокодекоративных зеленых насаждений и природных сообществ в городе.

Присвоение дереву статуса памятника природы регулирует Федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях" (Федеральный закон ..., 1995). Памятники природы - уникальные, невозполнимые, ценные в экологическом, научном, культурном и эстетическом отношении природные комплексы, а также объекты естественного и искусственного происхождения. На территориях, на которых находятся памятники природы, и в границах их охранных зон запрещается всякая деятельность, влекущая за собой нарушение сохранности памятников природы. Подразумевается, что при мониторинге их состояния допустимо применять более детальные методы исследований, как и более трудоемкие технологии улучшения состояния, поддержания устойчивости таких природных объектов. Одним из вариантов детализации данных мониторинга состояния деревьев памятников природы может быть использование дендрохронологической информации (Румянцев, 2010).

Объекты и методы исследований

Характеристика задействованных в исследовании деревьев, которым решением Сертификационной комиссии Всероссийской программы присвоен статус «Дерево – памятник живой природы», приведена ниже (<http://rosdrevo.ru>).



Рис. 1. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) № 307. Местопроизрастания: город Москва, Новомосковский административный округ, село Остафьево, Государственный музей-усадьба «Остафьево» - «Русский Парнас».

Fig. 1. Common oak (*Quercus robur* L.) № 307. Habitat: Moscow city, Novomoskovsk administrative district, Ostafyevo village, State Museum-Estate "Ostafyevo" - "Russian Parnassus".



Рис. 2. Вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.) № 501. Местопроизрастания: город Москва, Светлогорский проезд, д. 13, усадьба «Братцево».

Fig. 2. European white elm (*Ulmus laevis* Pall.) № 501. Habitat: Moscow, Svetlogorskiy proezd, 13, estate "Bratsevo".



Рис. 3. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) № 558. Местопроизрастания: город Москва, территория французского парка музея "Усадьба Кусково XVIII века".

Fig. 3 Common oak (*Quercus robur* L.) № 558. Places of growth: the city of Moscow, the territory of the French park of the Museum "Kuskovo Estate of the 18th century".



Рис. 4. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) № 597. Местопроизрастания: город Москва, улица Юности, дом 2, Государственное бюджетное учреждение культуры города Москвы «Государственный музей керамики и усадьба Кусково XVIII века».

Fig. 4 Common oak (*Quercus robur* L.) № 597. Habitat: Moscow, Yunosti street, building 2, State budgetary institution of culture of the city of Moscow "State Museum of Ceramics and the Kuskovo estate of the 18th century".



Рис. 5. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) № 598. Местопроизрастания: город Москва, улица Юности, дом 2, Государственное бюджетное учреждение культуры города Москвы «Государственный музей керамики и усадьба Кусково XVIII века».

Fig. 5 Common oak (*Quercus robur* L.) № 598. Habitat: Moscow, Yunosti street, building 2, State budgetary institution of culture of the city of Moscow "State Museum of Ceramics and the Kuskovo estate of the 18th century".

Для каждого дерева памятника была составлена ведомость таксационной оценки. Для этого определялась высота каждого дерева, диаметр на высоте груди (1,3 метра) и категория состояния.

Высота всех деревьев была измерена высотомером SUUNTO PM-5/1520 с расстояния 20 м от дерева. Для измерения диаметра ствола использовалась мерная лента с точностью до 1 сантиметра, с помощью которой измерялась длина окружности и затем пересчитывалась в диаметр.

Категория состояния учетных деревьев определялась на основании классической общепринятой научной методики (Мозолевская и др., 1984), согласно которой различают шесть категорий состояния (жизнеспособности) деревьев: 1 – без признаков ослабления; 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – сухостой текущего года; 6 – сухостой прошлых лет.

Отбор кернов древесины производился с помощью бура Пресслера, измерение ширины годичных колец с помощью прибора Линтаб (Пальчиков, Румянцев, 2007). Определение возраста велось с помощью оригинальной методики (Румянцев, Черакшев, 2020). Характеристика исследованных деревьев приведена в таблице 1.



Рис. 6. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) № 661. Местопроизрастания: город Москва, Новомосковский административный округ, село Остафьево, Государственный музей-усадьба «Остафьево» - «Русский Парнас».

Fig. 6. Common oak (*Quercus robur* L.) № 661. Habitat: Moscow city, Novomoskovsk administrative district, Ostafyevo village, State Museum-Estate "Ostafyevo" - "Russian Parnassus".

Таблица 1. Характеристика деревьев.

Table 1. Characteristics of trees.

№ анкеты	Порода	Диаметр ствола в см.	Высота в м	Возраст, лет	Категория состояния
307	Дуб черешчатый	133	26	143	1
558	Дуб черешчатый	94	33	147	1
501	Вяз гладкий	116	30	123	1
597	Дуб черешчатый	108	28	131	1
598	Дуб черешчатый	128	27	164	1
661	Дуб черешчатый	188	27	132	1

Исходя из данных таблицы 1 видно, что средний диаметр ствола учетных деревьев равен 128 сантиметрам, средняя высота ствола равна 28 метрам, а средний возраст составляет 140 лет. Все имеют первую категорию состояния.

Результаты и обсуждение

Ширина годичного кольца, также как иные дендрохронологические показатели является комплексным индикатором, отражающим влияние на рост дерева значимых экологических факторов. Древесно-кольцевая хронология является частным случаем временного ряда, в котором традиционно выделяют долговременную и кратковременную компоненту изменчивости. Долговременная компонента связана с эффектами формирования ствола дерева, а также с медленным изменением дозы воздействия ряда экологических факторов, например конкуренции за свет или изменения почвенного плодородия (Румянцев, 2010). Кратковременная компонента связана с воздействием резко меняющихся от года к году экологических факторов, например погодных условий вегетационного сезона, или уровня численности популяции фитофагов. Годичные кольца деревьев большого возраста позволяют получить данные об изменении природных условий за десятилетия и даже столетия. Они дают возможность изучить ход роста дерева по диаметру, оценить воздействие погодных явлений за прошедшие годы и проследить за изменениями, которые протекали в деревьях при воздействии меняющихся экологических факторов. Ширина годичного кольца (годовой радиальный прирост ствола дерева) - это самый простой дендрохронологический показатель. Полученные в результате наших исследований временные ряды по ширине годичного кольца для разных учетных деревьев отражены на рисунках 7-14.

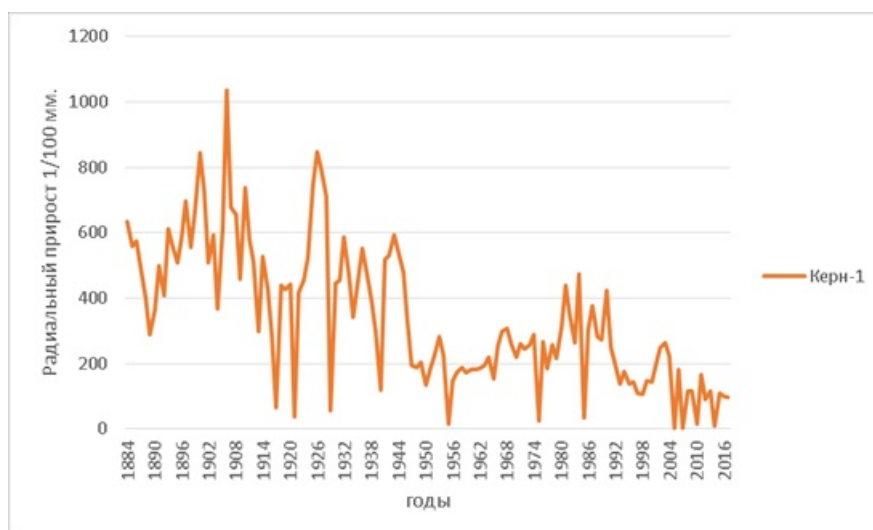


Рис. 7. Временной ряд изменчивости ширины годичных колец для учетного дерева № 307.

Fig. 7. Variability in tree-ring series for the accounting tree № 307.

На основании анализа древесных кольцевых хронологий могут быть выделены годы локальных минимумов и локальных максимумов прироста. Например, для хронологии по дереву №307 (рис.7) годами ярко выраженных локальных минимумов прироста могут быть отнесены 1917, 1921, 1929, 1940, 1955, 1975, 1985, 2005, 2007, 2010, 2014. К годам ярко выраженных локальных максимумов относятся 1900, 1906, 1926, 1943, 1981, 1984, 1990, 2003, 2006, 2011.

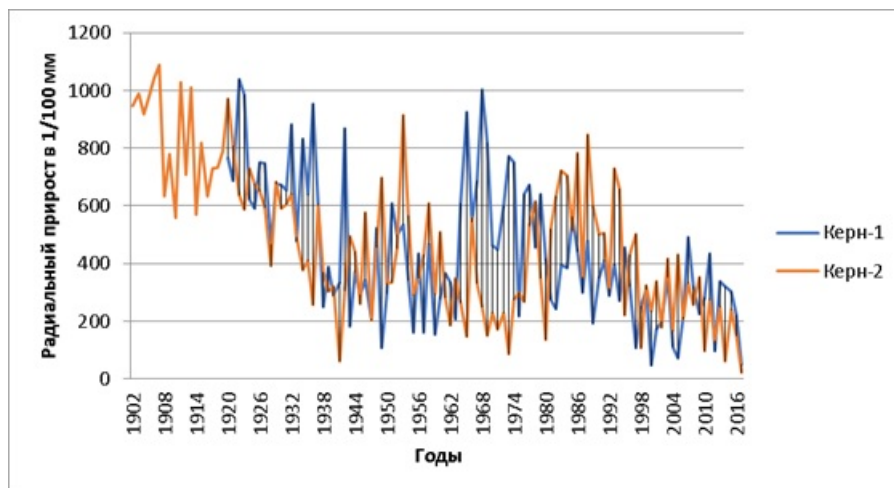


Рис. 8. Временные ряды изменчивости ширины годичных колец для учетного дерева № 501.

Fig. 8. Variability in tree-ring series for the accounting tree № 501.

Для хронологии по дереву № 501 (рис.8) годами ярко выраженных локальных минимумов прироста могут быть отнесены 1928, 1935, 1941, 1945, 1950, 1955, 1965, 1973, 1980, 1992, 1998, 2016. К годам ярко выраженных локальных максимумов относятся 1907, 1921, 1932, 1937, 1943, 1966, 1978, 1988, 1994.

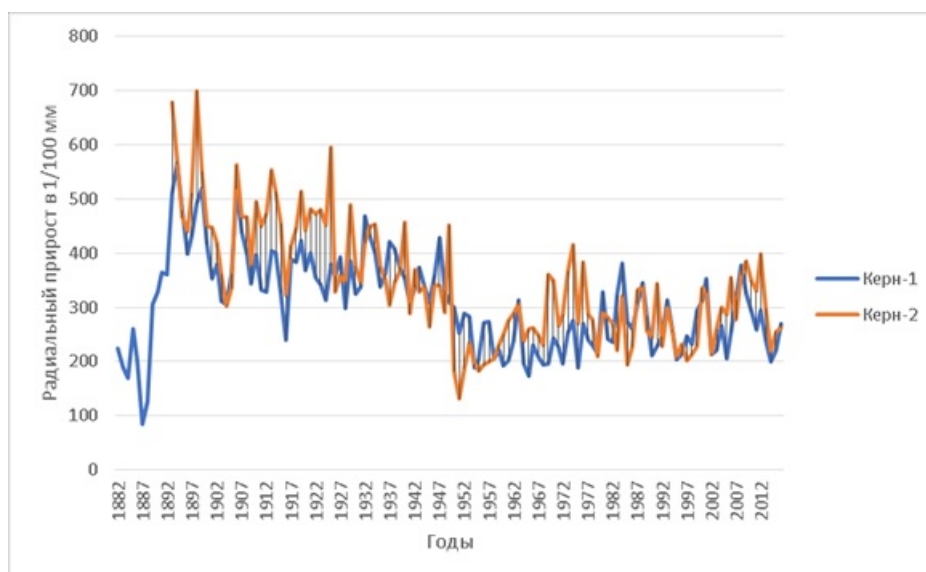


Рис. 9. Временные ряды изменчивости ширины годичных колец для учетного дерева № 558.

Fig. 9. Variability in tree-ring series for the accounting tree № 558.

Для хронологии по дереву № 558 (рис.9) годами ярко выраженных локальных минимумов прироста могут быть отнесены 1888, 1896, 1904, 1916, 1928, 1951. К годам ярко выраженных локальных максимумов относятся следующие: 1894, 1898, 1906, 1925, 1953, 1974.

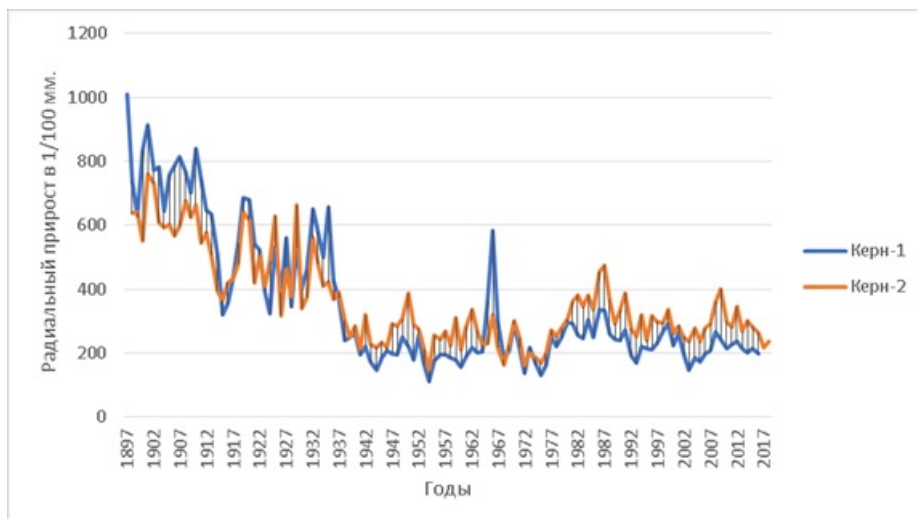


Рис. 10. Временные ряды изменчивости ширины годичных колец для учетного дерева № 597.

Fig. 10. Variability in tree-ring series for the accounting tree № 597.

Для хронологии по дереву № 597 (рис.10) годами ярко выраженных локальных минимумов прироста являются 1915, 1955 годы. К годам ярко выраженных локальных максимумов относятся 1929, 1966, 1988.

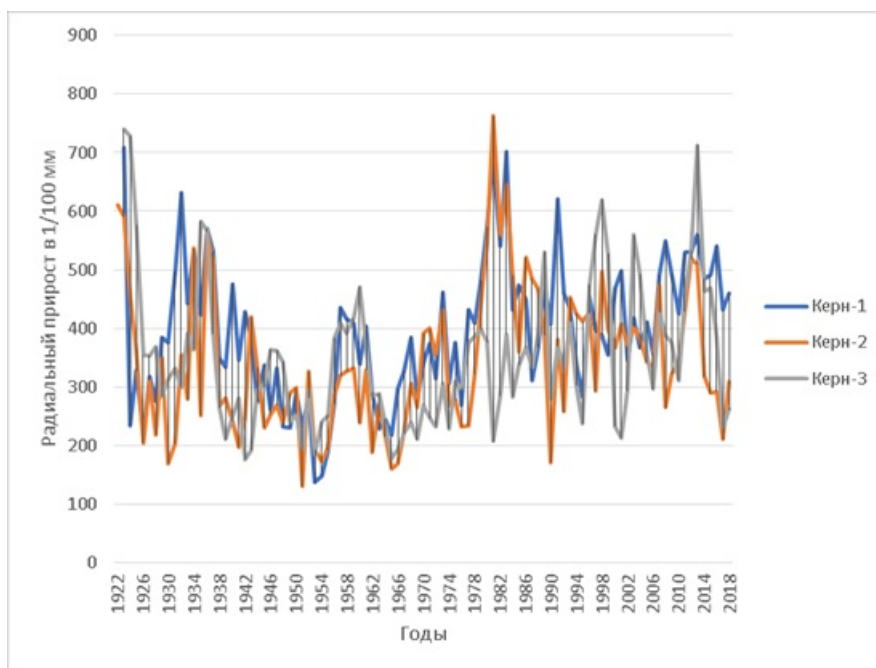


Рис. 11. Временные ряды изменчивости ширины годичных колец для учетного дерева № 598.

Fig. 11. Variability in tree-ring series for the accounting tree № 598.

Для хронологии по дереву № 598 (рис.11) годами ярко выраженных локальных минимумов прироста являются 1930, 1941, 1955, 1965, 1990, 2008, 2016 годы. К годам ярко выраженных локальных максимумов относятся 1935, 1960, 1981, 1998, 2013 годы.

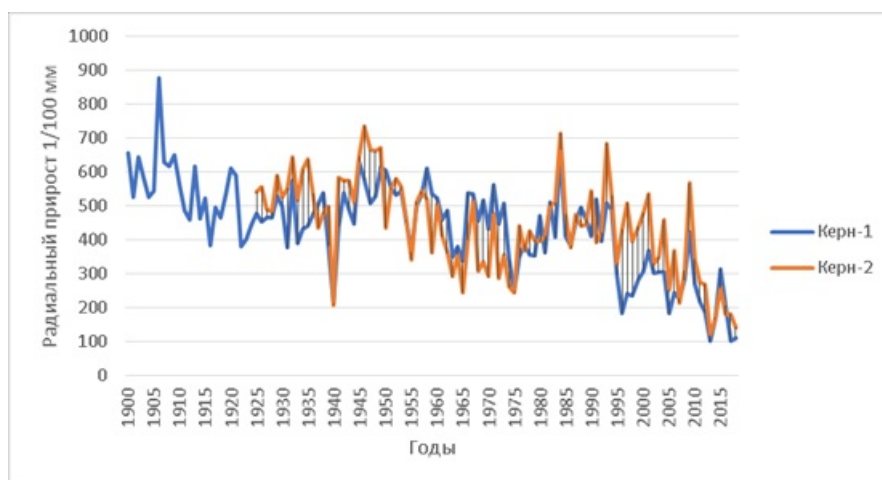


Рис. 12. Временные ряды изменчивости ширины годичных колец для учетного дерева № 661.

Fig. 12. Variability in tree-ring series for the accounting tree № 661.

Для хронологии по дереву № 661 (рис.12) годами ярко выраженных локальных минимумов прироста могут быть отнесены 1940, 1965, 1998, 2013 годы. К годам ярко выраженных локальных максимумов относятся 1906, 1946, 1984, 1994, 2009.

Таблица 2. Распределение лет локальных максимумов и минимумов прироста у исследованных деревьев памятников природы.

Table 2. Distribution of years of local maxima and minima of growth in the studied trees-natural monuments.

Номер дерева в реестре	Вид	Локальные минимумы прироста	Локальные максимумы прироста
307	Дуб черешчатый	1917, 1921, 1929, 1940, 1955, 1975, 1985, 2005, 2007, 2010, 2014	1900, 1906, 1926, 1943, 1981, 1984, 1990, 2003, 2006, 2011
501	Вяз гладкий	1928, 1935, 1941, 1945, 1950, 1955, 1965, 1973, 1980, 1992, 1998, 2016	1907, 1921, 1932, 1937, 1943, 1966, 1978, 1988, 1994
558	Дуб черешчатый	1888, 1896, 1904, 1916, 1928, 1951	1894, 1898, 1906, 1925, 1953, 1974
597	Дуб черешчатый	1915, 1955	1929, 1966, 1988
598	Дуб черешчатый	1930, 1941, 1955, 1965, 1990, 2008, 2016	1935, 1960, 1981, 1998, 2013
661	Дуб черешчатый	1940, 1965, 1998, 2013	1906, 1946, 1984, 1994, 2009

Проанализировав распределение лет экстремумов радиального прироста, у разных деревьев памятников природы, произрастающих на территории города Москва возможно выделить общие черты в их формировании. Локальные максимумы прироста говорят о благоприятных условиях для протекания процессов первичных метаболизмов в процессах дерева, отсутствии стрессовых воздействий, высоком уровне иммунитета и являются

комплексным показателем благоприятности среды для роста древесной растительности. Наличие общих локальных максимумов и, в особенности, лет общих локальных минимумов прироста являются надёжным индикатором воздействия стрессовых условий экологической среды. Данные о распределении лет локальных максимумов и минимумов прироста у исследованных деревьев памятников природы приведены в таблице 2.

Анализ данных таблицы выполнялся следующим образом: выявлялись годы локальных экстремумов прироста, присутствующие в хронологиях минимум трех учетных деревьев. Для локальных минимумов прироста к таким годам относятся 1955 (4 дерева) и 1965 (3 дерева). Для локальных максимумов прироста к таким годам относятся 1906 (3 дерева). Следующим шагом стало выявление экологических факторов, вызывающих формирование общих экстремумов прироста. С учетом мозаичности и неоднородности условий городской среды это должны быть очень мощные по силе воздействия экологические факторы.

Известно, что кратковременное падение радиального прироста у дуба (резкое снижение ширины годичного кольца, которое затем так же быстро приходит к многолетней норме) прежде всего может быть обусловлено двумя группами факторов: вспышки численности насекомых филлофагов, объедающих ассимиляционную поверхность и вызывающих резкое снижение интенсивности фотосинтеза и климатический стресс (часто засуха), также ведущий к снижению интенсивности фотосинтеза.

Согласно данным обзора, выполненного Д. А. Беловым (Белов, 1998) вспышки численности непарного шелкопряда в Москве, отмечались в 1892-1896 и в 1957–1958 г. Характерно (и немного удивительно), что вспышка численности 1957-1958 годов не нашла отражения в формировании локальных минимумов прироста. По-видимому, локальный минимум 1955 года имеет климатическое происхождение и не исключено, что ослабление дуба в результате климатических воздействий могло стать фактором, запустившим триггерный механизм ее формирования в лесных экосистемах Подмоскovie. Вспышка численности шелкопряда, начавшаяся в 1984 году, также не нашла видимого отражения в динамике радиального прироста исследованных нами учетных деревьев. В целом полученные результаты хорошо согласуются с наблюдениями Д. А. Белова: «В отличие от мест развития очагов массового размножения в условиях лесных массивов, в городских насаждениях очаги непарного шелкопряда, по нашим наблюдениям, представляют собой, как правило, локальные изолированные участки, чередующиеся с зонами его низкой численности или с полным отсутствием вредителя».

С другой стороны, важно иметь в виду, что еще одним из вредителей дуба является зеленая дубовая листовертка. Она является строгим монофагом дуба и, в силу этого, длительно коэволюционировала с данным видом, в результате существенного вреда (прекращения жизнеспособности деревьев) она ему не приносит. Согласно данным А. И. Воронцова (1978) вспышки численности листовертки в период 1953–1955 г. и 1962-1976 гг. на территории Подмоскovie наблюдались. С учетом того, что в 1955 минимум прироста наблюдался в том числе у вяза, версию о вспышке численности листовертки мы считаем менее вероятной, чем климатическую. В 1965 году это могла быть вспышка численности листовертки, но с учетом того, что динамика численности зеленой дубовой листовертки климатозависима, то дендроклиматический анализ условий этого года оправдан.

Анализ условий 1955, 1965 и 1906 года мы выполнили методом климаграмм, который широко применяется в современной дендрохронологии (Ловелиус, 2007; Румянцев, 2010). В нашей работе были использованы данные по метеостанции г. Москва. Расположение метеорологической станции в Москве (город Москва, Россия): широта 55.83, долгота 37.62, высота над уровнем моря 156 м. Источником данных многолетних наблюдений послужил интернет-ресурс (www.pogodaiklimat.ru).

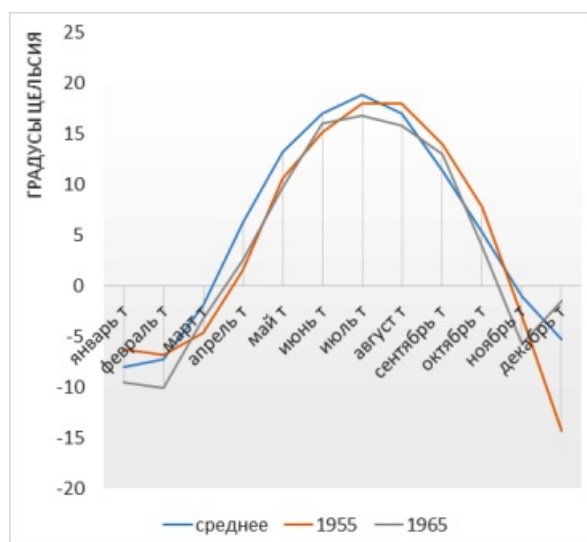


Рис. 13. Распределение средних месячных температур в отдельные годы (1955, 1965) в сравнении со среднемноголетними значениями.

Fig. 13. Distribution of average monthly temperatures in individual years (1955, 1965) in comparison with the average annual values.

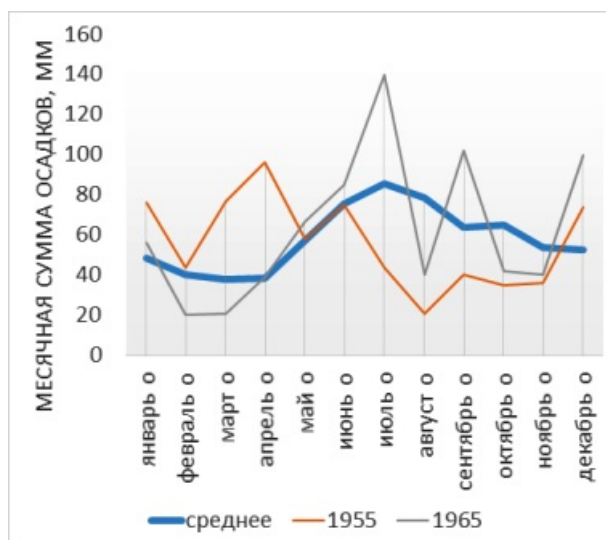


Рис. 14. Распределение месячных сумм осадков в отдельные годы (1955, 1965) в сравнении со среднемноголетними значениями.

Fig. 14. Distribution of monthly precipitation amounts in individual years (1955, 1965) in comparison with the average annual values.

Анализ климаграмм (рис. 13) показывает сильное отличие погодного режима 1955 и 1965 года по параметрам температуры в начале вегетационного сезона (апрель, май, июнь). Холодная погода в начале вегетационного сезона отрицательно сказывается на последующем росте.

Распределение месячных сумм осадков (рис. 14) в отдельные годы (1955, 1965) в сравнении со среднемноголетними показателями отличается разнообразием: 1955 и 1965 год не имеют общих черт в распределении месячных сумм осадков по месяцам. Пока можно лишь констатировать этот факт, биологическая интерпретация его может заключаться в том, что режим осадков не был значим для формирования рассматриваемых экстремально

узких колец.

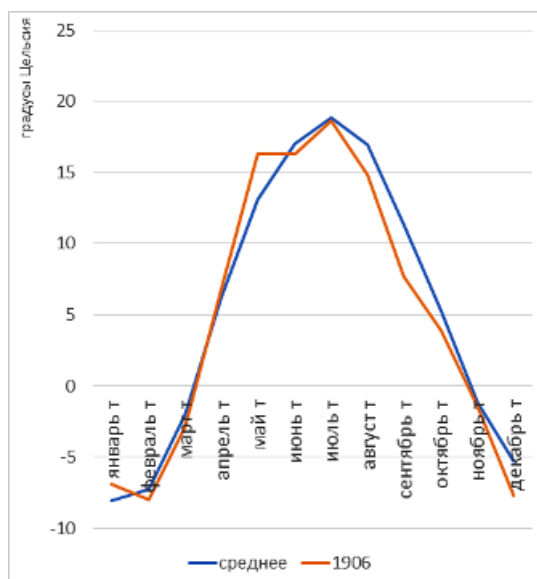


Рис. 15. Распределение средних месячных температур в отдельные годы (1906) в сравнении со среднемноголетними значениями.

Fig. 15. Distribution of average monthly temperatures in individual years (1906) in comparison with the average annual values.

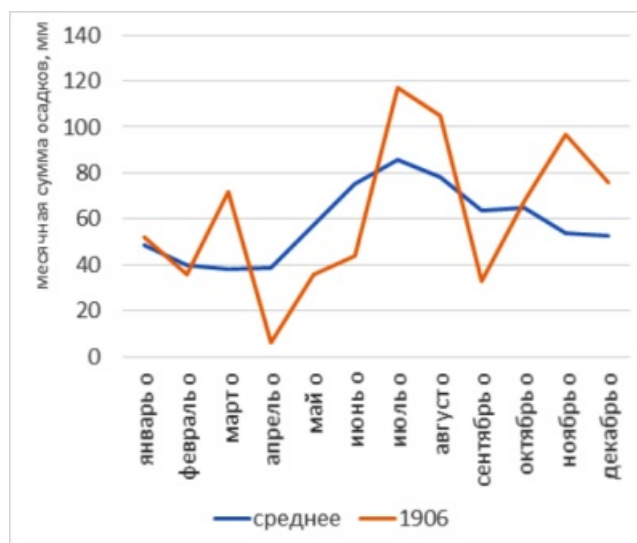


Рис. 16. Распределение месячных сумм осадков в отдельные годы (1906) в сравнении со среднемноголетними значениями.

Fig. 16. Distribution of monthly precipitation amounts in individual years (1906) in comparison with the average annual values.

Для 1906 года (рис. 15) просматривается четкое отличие от среднемноголетних показателей по признаку температуры мая. Теплый май поспособствовал хорошему росту в течении последующей вегетации. Это совпадает с результатами анализа минимумов прироста.

При анализе распределения месячных сумм осадков (рис. 16) в 1906 в сравнении со среднемноголетними показателями также как и в случае с анализом клиаграмм для лет минимума ничего определенного сказать пока нельзя.

Рассмотрев влияние кратковременных изменений климата на прирост исследуемых деревьев следует рассмотреть и возможное влияние долговременных тенденций, выражающихся в потеплении климата Москвы (рис. 17) и связанных как с общим глобальным потеплением атмосферы Земли, так и с ростом уровня урбанизации среды и сопутствующему тепловому загрязнению.

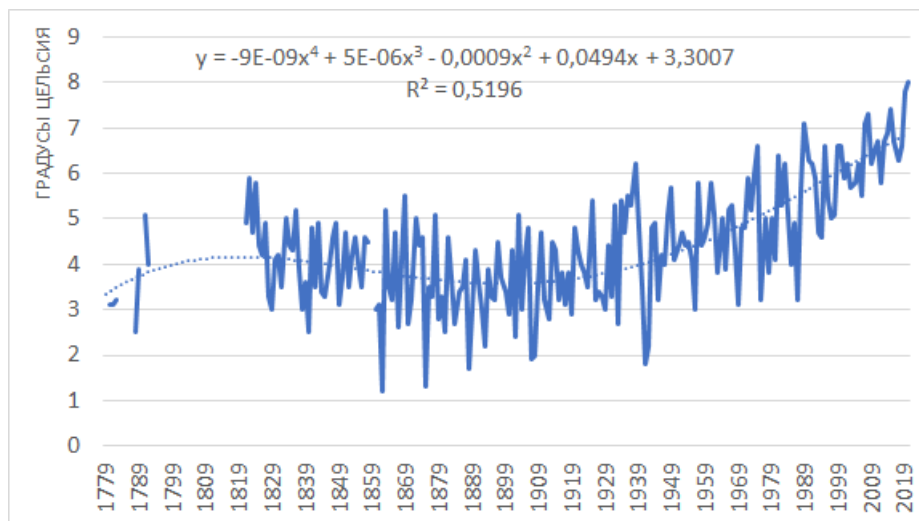


Рис. 17. Динамика средней годовой температуры воздуха на территории Москвы.

Fig. 17. Dynamics of the average annual air temperature in Moscow.

Анализируя график на рисунке 17 легко отметить выраженный тренд к потеплению, достаточно хорошо описываемый полиномом третьей степени (уравнение и коэффициент детерминации приведены на графике). При этом на рассматриваемом временном интервале тенденция к потеплению выражена неравномерно: в период наблюдений с 1780 года по приблизительно 1940 год (160 лет) она не выражена и среднегодовая температура колеблется около 4 °С. Затем наблюдается резкий выраженный рост температур до среднегодовых значений около 7 °С, то есть увеличение температуры на 3 °С за последние 80 лет. В контексте обсуждаемой темы целесообразно рассмотреть динамику температуры самого холодного (рис. 18) и самого теплого месяца (рис. 19).

Анализируя графики динамики средних месячных температур для января и июля следует сделать вывод о выраженном потеплении температур января (около 5 °С за последние 80 лет) и слабую, но тем не менее, выраженную тенденцию к увеличению температур июля в последние 80 лет.

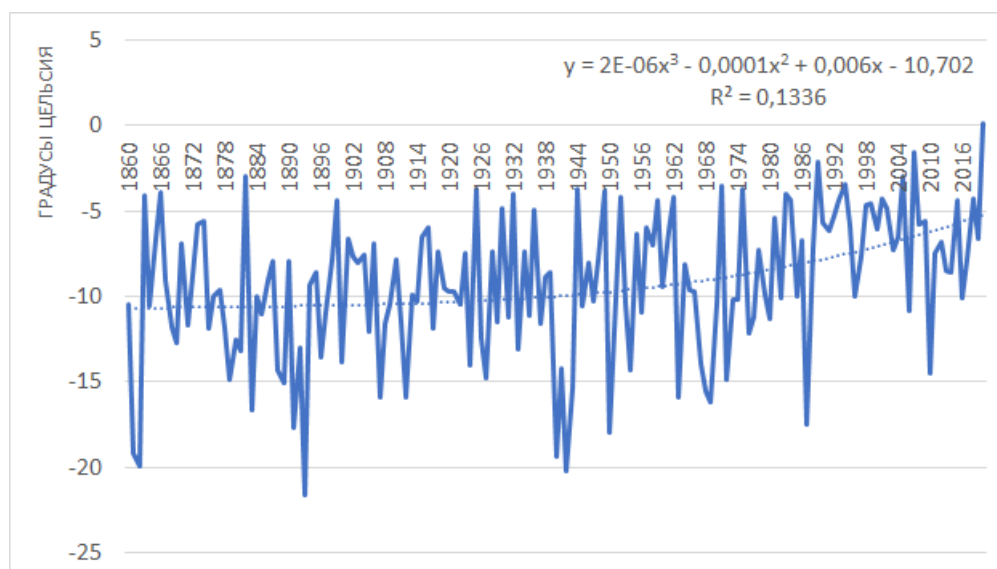


Рис. 18. Динамика средних месячных температур января на территории Москвы по годам.

Fig. 18. Dynamics of average monthly temperatures in January in Moscow by years.

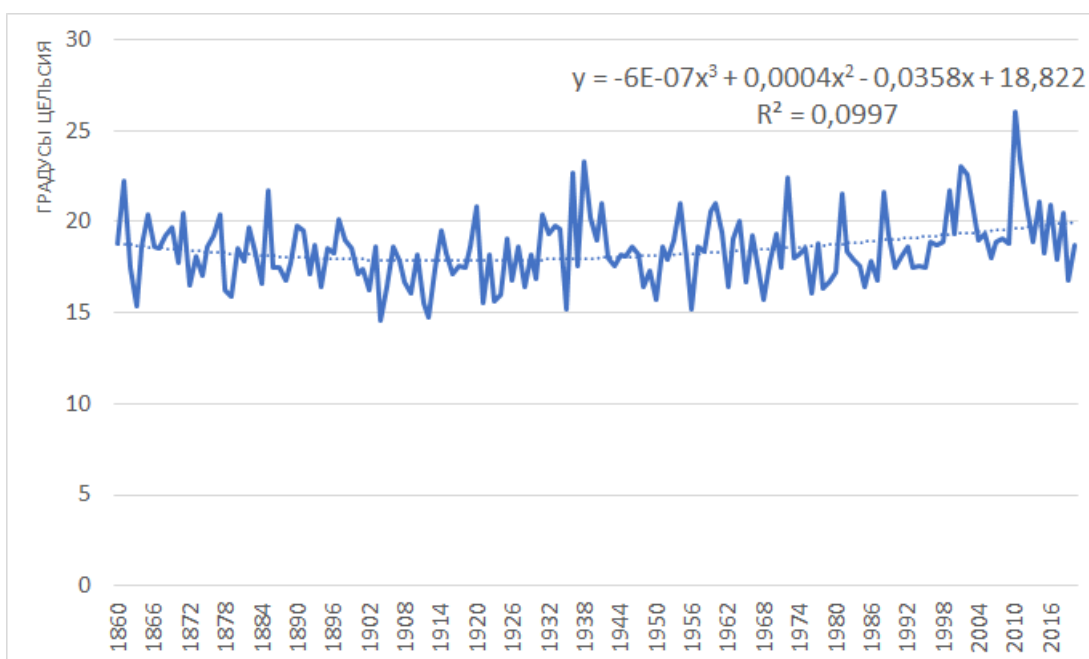


Рис. 19. Динамика средних месячных температур воздуха в июле на территории Москвы по годам.

Fig. 19. Dynamics of average monthly air temperatures in July in Moscow by years.

Остается сопоставить форму трендов температур воздуха с долговременными тенденциями изменчивости прироста у исследованных нами учетных деревьев. Анализируя графики на рисунках 7-12 прежде всего отмечаем отсутствие выраженных черт сходства по данному показателю между разными учетными деревьями, что говорит об отсутствии воздействия единого приростообразующего фактора долговременной природы. При этом пять учетных деревьев имеют типичный возрастной тренд на снижение ширины годовичного кольца с возрастом, обусловленный снижением концентрации ауксинов в зоне камбиальных делений, обусловленный смещением кроны вверх по стволу по мере роста дерева. Однако, одно учетное дерево (№ 598) все же демонстрирует выраженную тенденцию к увеличению

прироста в последние 80 лет. Хотелось бы истолковать ее как положительную реакцию достаточно теплолюбивого вида - дуба черешчатого на потепление климата, однако данные по другим учетным деревьям делают такую трактовку сомнительной и более вероятной представляется версия об улучшении световой обстановки вокруг этого дерева в результате разреживания древостоя при формировании паркового ландшафта.

Выводы и заключение

Перспективным направлением научно-исследовательской работы со старовозрастными деревьями является построение для них длительных древесно-кольцевых хронологий, анализ дендрохронологической информации и назначение мероприятий по уходу за ними на основании данных дендрохронологического мониторинга. Расширение сферы использования дендрохронологической информации в области мониторинга состояния древесных растений и ухода за деревьями в урбанизированной среде является актуальной темой для дальнейших исследований.

При этом выявление локальных лет максимального и минимального прироста важно для дальнейшего выявления факторов благоприятно и неблагоприятно влияющих на рост растений. На данном этапе исследований установлено, что для хорошего и плохого роста исследуемых учетных деревьев как совокупности значим температурный режим в начале вегетации. Особенно четко проявляется положительное влияние на рост повышенных температур мая. Следует учесть, что в условиях Москвы вегетация дуба черешчатого начинается в среднем 3 мая (Древесные растения ..., 2005). В этот период происходит формирование деревьями ассимиляционной поверхности, и от успешности хода этого процесса зависит интенсивность фотосинтеза в течении вегетации и в, конечном итоге, ширина формируемого деревом годичного кольца. Биологическая неслучайность выявленной закономерности представляется очевидной. Вопрос требует дальнейших исследований с использованием инструментария корреляционного анализа.

Важным выводом данного этапа исследований является то, что известные для г. Москвы вспышки численности непарного шелкопряда практически не отразились на росте исследуемых деревьев. Также важно, что тренды изменчивости прироста учетных деревьев как совокупности не демонстрируют однозначно выраженной тенденции сопряженной с долговременными тенденциями к потеплению климата на территории Москвы.

Литература

Белов Д. А. Вспышка массового размножения непарного шелкопряда в условиях Москвы // <http://belovy-da-i-nk.narod.ru/publik/1998/1998-2.htm> (data: 09.05.2020).

Вахнина И. Л. Радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в зеленой зоне г. Читы во второй половине прошлого столетия // География и природные ресурсы. № 1. 2011. С. 180—182.

Воронцов А. И. Патология леса. М.: Лесная промышленность, 1978. 270 с.

Дендрохронологическая информация в лесоводственных исследованиях / Под ред. В. А. Липаткина и Д. Е. Румянцева; М. С. Александрова, В. В. Коровин, С. А. Коротков, А. М. Крылов, В. А. Липаткин, Д. Е. Румянцев, Д. К. Николаев, П. Г. Мельник, О. В. Степанова, Л. В. Стоноженко. М.: МГУЛ, 2010. 137 с.

Древесные растения Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина РАН: 60 лет интродукции. М.: Наука, 2005. 586 с.

Кочарян К. С. Эколого-экспериментальные основы зеленого строительства в крупных

городах Центральной части России (на примере г. Москвы) . М.: Наука, 2000. 184 с.

Кац Д. Л. Возможности применения дендрохронологических методов для изучения городской среды // Реакция растений на глобальные и региональные изменения природной среды: Тез. докл. Всерос. совещ. . 25-29 сент. 2000 г. Иркутск, 2000. С. 47.

Липаткин В. А., Лобачев Д. Б., Мазитов С. Ю. Результаты дендрохронологического анализа деревьев липы мелколистной в зеленых насаждениях Москвы // Экология, мониторинг и рациональное природопользование. Научн. труды МГУЛ . Вып. 294 (1). М.: МГУЛ, 1998. С.27—33.

Липаткин В. А., Шарапа Т. В., Щербаков А. Н. Состояние насаждений лесопарков, граничащих с Московской кольцевой автодорогой // Экология, мониторинг и рациональное природопользование. Науч. тр. МГУЛ . Вып. 302 (1). М.: 2000. С. 45—53.

Ловелиус Н. В. Фитоиндикация экологических условий среды в урбанизированных районах (на примере аномалий радиального прироста лиственницы в Санкт-Петербурге) // Общество. Среда. Развитие . 2007. № 3. С. 93—103.

Матвеев С. М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи. Воронеж: ВГЛТА , 2003. 269 с.

Мозолевская Е. Г., Катаев О. А., Соколов Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса . М., 1984. 125 с.

Мозолевская Е. Г. Многообразие и взаимосвязь методов мониторинга состояния лесных и городских экосистем // Математические и физические методы в экологии и мониторинге природной среды. Труды международной конференции. М.: МГУЛ , 2001. С. 183—187.

Постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 года № 743-ПП «Об утверждении правил создания, содержания и охраны зеленых насаждений и природных сообществ города Москвы» (ред. от 25.11.2019) .

Румянцев Д. Е., Черакшев А. В. Дендроклиматическая диагностика состояния сосен секции *Strobi* в условиях дендрологического сада МГУЛ / Вестник Московского государственного университета леса . 2013. № 7. С. 121—127.

Румянцев Д. Е., Черакшев А. В. Методические подходы для определения возраста деревьев // Принципы экологии . 2020. № 4 (38). С. 104—117.

Румянцев Д. Е. История и методология лесоводственной дендрохронологии. М.: МГУЛ , 2010. 107 с.

Рунова Е. М., Аношкина Л. В., Гаврилин И. И. Некоторые особенности использования дендрохронологической оценки прироста *Pinus sylvestris* L. для проведения биоиндикационных исследований в урбанизированной среде северных территорий // Материалы международной конференции «Дендро 2012: перспективы применения древесно-кольцевой информации для целей охраны, воспроизводства и рационального использования древесной растительности». М.: МГУЛ , 2013. С. 69—70.

Федеральный закон от 14 марта 1995 г. № 33-ФЗ "Об особо охраняемых природных территориях".

Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды".

<http://www.pogodaiklimat.ru/history/27612.htm> (data 09.05.2020).

<http://rosdrepo.ru> (data 10.05.20210).

Analysis of radial growth variability of trees - natural monuments in the urbanized environment of Moscow

RUMYANTSEV Denis Evgenievich	Mytishchi Branch of Bauman Moscow State Technical University, 1st Institutskaya, 1, Mytishchi, 141005, Russia dendro15@list.ru
KUZNETSOV Boris Aleksandrovich	Mytishchi branch of the Bauman Moscow State Technical University, 1st Institutskaya, 1 MSTU, LT-2, Mitishi, 141005, Russia dendro@mgul.ac.ru
NOVOSELOV Vyacheslav Vitalievich	Mytishchi branch of the Bauman Moscow State Technical University, 1st Institutskaya, 1 MSTU, LT-2, Mitishi, 141005, Russia dendro@mgul.ac.ru
MELIKHOVA Maria Alekseevna	Mytishchi branch of the Bauman Moscow State Technical University, 1st Institutskaya, 1 MSTU, LT-3, Mytishchi, 141005, Russia dendro@mgul.ac.ru

Key words:

ex situ, old-aged trees, natural monuments trees, dendrochronology, dendroindication, ecology of Moscow, urban greening, urbanized environment, radial growth, annual rings, *Fagaceae*, *Quercus robur*

Summary:

The article presents the results of studies of radial growth variability and dynamics of in a number of old-growth oak and elm trees, growing in Moscow and recognized as natural monuments within the framework of the Federal target Program "Trees monuments of wildlife". The following tasks were solved: the formation of a sample trees from the database; the construction of tree-ring chronologies based on wood cores in the collection of botanical samples of the database; study of the variability patterns of the annual rings and comparative analysis of chronologies for different accounting trees. As a result, it is shown that promising directions of research work with old trees is the construction of long-term chronologies for them, the analysis of dendrochronological information and propose of measures for their care on the basis of monitoring data. The expansion of the dendrochronological information using in the field of woody plants monitoring and tree care in an urban environment is an urgent topic for research. Identification of local years of maximum and minimum growth is important for further identification of factors that favorably and adversely affect plant growth. At this stage of research, it is established that the temperature regime at the beginning of the growing season is significant for the good and bad growth of the studied accounting trees as a whole. The positive effect on the growth of elevated temperatures in May is particularly clear.

Reviewer: S. Grippa

Is received: 22 june 2021 year

Is passed for the press: 18 december 2021 year

References

Belov D. A. Outbreak of mass reproduction of the gypsy moth in the conditions of Moscow// <http://belovy-da-i-nk.narod.ru/publik/1998/1998-2.htm> (data: 09.05.2020).

Decree of the Moscow Government dated September 10, 2002 No. 743-PP "On approval of the rules for the creation, maintenance and protection of green spaces and natural communities in the city of Moscow" (as amended on November 25, 2019).

Dendrochronological information in silvicultural research, Pod red. V. A. Lipatkina i D. E.

Rumyantseva; M. P. Aleksandrova, V. V. Korovin, P. A. Korotkov, A. M. Krylov, V. A. Lipatkin, D. E. Rumyantsev, D. K. Nikolaev, P. G. Melnik, O. V. Stepanova, L. V. Stonozhenko. M.: MGUL, 2010. 137 p.

Federalnyj zakon ot 10 yanvarya 2002 g. No. 7-FZ "Ob okhrane okruzhayutshej sredy".

Federalnyj zakon ot 14 marta 1995 g. No. 33-FZ "Ob osobo okhranyaemykh prirodnykh territoriyakh".

Kats D. L. Possibilities of using dendrochronological methods for studying the urban environment // Plant response to global and regional changes in the natural environment: Abstracts. report Vseros. meeting. 25-29 senV. 2000 g. Irkutsk, 2000. P. 47.

Kotcharyan K. S. Ecological and experimental foundations of green building in large cities of the Central part of Russia (on the example of Moscow). M.: Nauka, 2000. 184 p.

Lipatkin V. A., Lobatchev D. B., Mazitov S. Yu. Results of dendrochronological analysis of small-leaved linden trees in green spaces of Moscow // Ecology, monitoring and rational nature management. Scientific works of MGUL. Vyp. 294 (1). M.: MGUL, 1998. P.27—33.

Lipatkin V. A., Sharapa T. V., Tsherbakov A. N. The state of forest plantations bordering the Moscow ring road // Ecology, monitoring and rational environmental management. Sci. tr. MGUL. Vyp. 302 (1). M.: 2000. P. 45—53.

Loveliuss N. V. Phytoindication of ecological environmental conditions in urbanized areas (on the example of anomalies of radial growth of larch in St. Petersburg) // Society. Wednesday. Development. 2007. No. 3. P. 93—103.

Matveev S. M. Dendroindication of the dynamics of the state of pine plantations in the Central forest-steppe. Voronezh: VGLTA, 2003. 269 p.

Mozolevskaya E. G. The diversity and relationship of methods for monitoring the state of forest and urban ecosystems // Mathematical and physical methods in ecology and monitoring of the natural environment. Proceedings of the International Conference. M.: MGUL, 2001. P. 183—187.

Mozolevskaya E. G., Kataev O. A., Sokolov E. S. Methods of forest pathological examination of foci of stem pests and forest diseases. M., 1984. 125 p.

Rumyantsev D. E. History and methodology of silvicultural dendrochronology. M.: MGUL, 2010. 107 p.

Rumyantsev D. E., Tcherakshev A. V. Dendroclimatic diagnostics of the state of pines of the Strobi section in the conditions of the MGUL dendrological garden / Bulletin of the Moscow State Forest University. 2013. No. 7. P. 121—127.

Rumyantsev D. E., Tcherakshev A. V. Methodological approaches for determining the age of trees // Principles of ecology. 2020. No. 4 (38). P. 104—117.

Runova E. M., Anoshkina L. V., Gavrilin I. I. Some features of the use of dendrochronological assessment of the growth of *Pinus sylvestris* L. for bioindication studies in the urbanized environment of the northern territories // Proceedings of the international conference "Dendro 2012: prospects for the use of tree-ring information for the protection, reproduction and rational use of woody vegetation." M.: MGUL, 2013. P. 69—70.

Vakhnina I. L. Radial growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the green zone of Chita in the second half of the last century // Geografiya i prirodnye resursy. No. 1. 2011. P. 180—182.

Vorontsov A. I. Forest pathology. Moscow: Timber industry, 1978. 270 p.

Woody plants of the Main Botanical Garden. N.V. Tsitsin RAS: 60 years of introduction. M.: Nauka, 2005. 586 p.

<http://rosdrevo.ru> (data 10.05.20210).

<http://www.pogodaiklimat.ru/history/27612.htm> (data 09.05.2020).

Цитирование: Румянцев Д. Е., Кузнецов Б. А., Новоселов В. В., Мелихова М. А. Анализ изменчивости радиального прироста у деревьев памятников природы в урбанизированной среде Москвы // Hortus bot. 2021. Т. 16, 2021, стр. 178 - 199, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=7907>. DOI: [10.15393/j4.art.2021.7907](https://doi.org/10.15393/j4.art.2021.7907)
Cited as: Rumyantsev D. E., Kuznetsov B. A., Novoselov V. V., Melikhova M. A. (2021). Analysis of radial growth variability of trees - natural monuments in the urbanized environment of Moscow // Hortus bot. 16, 178 - 199. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=7907>