

ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОГО МИКРОКЛИМАТА НА СКОРОСТЬ АССИМИЛЯЦИИ УГЛЕРОДА ДЕРЕВЬЯМИ НА ПРИМЕРЕ ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА МОСКВЫ

Чернова Наталья Анатольевна, магистрант Института агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, chernova-na@inbox.ru

Серёгин Иван Андреевич, аспирант кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, iv.seryogin2018@yandex.ru

Ярославцев Алексей Михайлович, к.б.н., доцент кафедры экологии ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, yaroslavtsevam@gmail.com

Аннотация: Рассмотрено влияние факторов городского микроклимата на изменчивость радиальных приростов лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) за 1879-2020 гг. в различных локальных местообитаниях территории РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева. Установлено, что динамика радиальных приростов в значительной степени обусловлена воздействием антропогенных факторов.

Ключевые слова: дендрозкология, анализ годовичных колец, лиственница сибирская, городской микроклимат

Лесные массивы – важнейшая часть городской инфраструктуры. Они уменьшают уровень шума, удаляют атмосферные загрязнители, обеспечивают тень и снижают температуру окружающей среды за счет эвапотранспирации. В связи с растущим антропогенным воздействием на городские зелёные насаждения, возникает необходимость оценки и прогноза их состояния. Перспективным для индикации состояния древостоев является дендрохронологический метод, позволяющий на основе анализа многолетних рядов годовичного прироста деревьев расшифровать информацию об изменениях, происходящих в окружающей среде.

Целью работы являлось изучение закономерностей климатически обусловленных колебаний радиального прироста *Larix sibirica* в различных микроклиматических условиях.

Задачи исследования:

- оценка изменчивости годовичного прироста в зависимости от типа местообитания;
- анализ влияния урбанизации на динамику индексов прироста;
- анализ цикличности радиального прироста.

Материалы и методы

Материал для исследования отбирали на территории РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева (55° с.ш. 37° в.д.). Район исследования расположен в южной подзоне хвойно-широколиственных лесов. Для территории характерен умеренно-континентальный климат. Абсолютный минимум температуры воздуха здесь составляет – 42° С, абсолютный максимум - + 37° С. Высота снежного покрова на ЛОД может достигать 34-42 см [4].

Для анализа в ноябре 2020 года было отобрано 60 кернов с деревьев возрастом от 30 до 148 лет. Отбор и подготовка образцов по проводились по стандартным методикам [3].

Керны сканировались на сканере с разрешением 600 dpi. Измерение ширины годовичных колец проводилось в программе R-studio при помощи пакета MtreeRing [2]. Индивидуальные хронологии перекрестно датировали внутри площадок. Датирование подтверждалось корреляцией между сегментом керна и мастером хронологии, построенным через усреднение значений ширины колец остальных кернов. Дальнейшая обработка данных велась в программе R-Studio с помощью пакета dplR [1].

Результаты и обсуждение

Анализ полученных данных показал, что величина годовичного прироста деревьев изменяется в условиях леса в очень больших пределах. Минимальное значение ежегодного прироста на ЛОД – 0,4, максимальное – 10,8 мм. На Лиственничной аллее эти значения 0,5 и 8,23 мм соответственно.

Изменчивость годовичного прироста деревьев в значительной мере связана с их возрастом: с увеличением возраста происходит снижение радиального прироста. Однако форма и степень выраженности возрастного тренда на каждом участке различны. Деревья, выросшие на Лиственничной аллее имеют более чётко выраженный возрастной тренд, чем деревья, выросшие на Лесной опытной даче: коэффициент корреляции между возрастом и среднегодовым приростом в ЛОД -0,35 (при $p = 0.08$), на Лиственничной аллее – 0,94 (при $p < 2.2 \cdot 10^{-16}$).

Для количественной характеристики годовичных колебаний прироста древесных растений наиболее часто используется коэффициент чувствительности. Он дает оценку относительных различий в ширине (или индексе прироста) соседних колец, т.е. показывает степень воздействия в основном внешних факторов на изменение величины прироста. Расчёты показали, что деревья Лиственничной аллеи обладают большей чувствительностью по сравнению с деревьями ЛОД – 0,33 и 0,31. Однако, если рассматривать по отдельности средневозрастные и перестойные деревья, самой высокой чувствительностью обладают перестойные деревья на Лиственничной аллее – 0,49, в то время как на ЛОД это значение – 0,33. Средневозрастные деревья на ЛОД обладают низким коэффициентом чувствительности – 0,29, для средневозрастных деревьев Лиственничной аллеи это значение составило 0,40.

Коэффициент синхронности показывает степень воздействия общих факторов по отношению к рассматриваемым временным рядам. Согласно шкале Шиятова синхронность в обобщённом ряду по городским деревьям – высокая (79%), по лесу – синхронность отсутствует (55%). Если рассмотреть отдельно средневозрастные и перестойные деревья, то мы увидим, что у средневозрастных деревьев на Лиственничной аллее синхронность прироста – средняя (69%), у средневозрастных деревьев на ЛОД синхронность – низкая (59%). У перестойных деревьев на Лиственничной аллее синхронность низкая (63%), на ЛОД – средняя (78%). Сравнительно низкие значения коэффициента синхронности свидетельствуют о наличии интенсивного разделения деревьев в пределах отдельных рангов доминирования. При разной степени пропускания света взрослые деревья, затеняющие подрост, обгоняют и подавляют конкурентов.

Анализ динамики индексов прироста условно можно разделить на две части: анализ прироста у насаждений, слабо подверженных воздействию урбанизации (до 1960-х гг.) и анализ изменений, произошедших вследствие строительства вокруг территории РГАУ - МСХА многоэтажных жилых домов.

Сравнив обобщённые хронологии по двум участкам, можно чётко отследить отличия динамики колебаний. Древесные насаждения ЛОД с 1960-х годов не изменили свою динамику. Можно отметить относительно равномерную амплитуду колебаний прироста, отчётливо выраженные «реперные» годы.

Насаждения Лиственничной аллеи сильнее отражают воздействие урбанизации. В динамике четко прослеживается нарушение цикличности радиального прироста, наличие резких спадов и всплесков прироста, падение прироста в 1970-х годах.

Спектральный анализ временной динамики суммы активных температур на основе вейвлет-преобразования показал, что на всём протяжении наблюдений преобладали четырёхлетние циклы. Аналогичный анализ динамики суммы осадков за год также показал доминирование в динамике 4-годичных циклов.

Поиск цикличности в динамике годового радиального прироста исследуемых деревьев с помощью вейвлет преобразования показал доминирование циклов продолжительностью 64 года, однако у временных рядов деревьев ЛОД и Лиственничной аллеи наблюдается сдвиг фаз этого цикла: в лесном биоценозе его доминирование более длительное с постепенным переходом цикла в 90 летний; 32-летний цикл на ЛОД выражен очень слабо, а 16-летние и 12-летние отсутствуют.

Климатические циклы не совпадают с циклами роста деревьев, что свидетельствует о том, что причиной цикличности радиального прироста являются не флуктуации климата, а действие иных факторов, к числу которых относится техногенная деятельность человека. Различия в характере цикличности прироста наблюдаются с 1920-х годов, что может быть вызвано начавшимся активным строительством жилых домов.

Библиографический список

1. Bunn, A.G. A Dendrochronology Program Library in R (dplR). *Dendrochronologia*, 2012. – 26. – P. 115–124
2. Shi, J., Xiang, W., Liu, Q., & Shah, S. (2019). MtreeRing: An R package with graphical user interface for automatic measurement of tree ring width using image processing techniques. *Dendrochronologia*, 58, .
3. Соломина О. Н., Долгова Е. А., Максимова О. Е. Реконструкция гидрометеорологических условий последних столетий на Северном Кавказе, в Крыму и на Тянь-Шане по дендрохронологическим данным [Текст]. - М. ; СПб. : Нестор-История, 2012. - 232 с.
4. Яшин И. М., Васенев И. И., Атенбеков Р. А. Путеводитель почвенно-экологической экскурсии по Лесной опытной даче РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Международной экологической школы [Текст]. Москва, 2016. - 55 с.

УДК 574;504.064.36:631.4

INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC LOAD ON ECOLOGICAL FUNCTIONS AND ECOSYSTEM SERVICES IN THE FOREST ECOSYSTEM

Solomon Melaku Melese, Post-graduate student of the Department of the Ecology of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian Timiryazev State Agrarian University”, solyeme@gmail.com