

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ (ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Яротов А. Е. (Белорусский государственный университет, географический факультет, просп. Независимости, 4, Минск, Беларусь, 220030, dehrono@mail.ru)

Сосновые леса на территории Беларуси относятся к трансзональной растительности, занимая экотопы, малопригодные для других конкурентно способных древесных пород, которые являются эдификаторами природных зон: ели и дуба – в зоне подтаёжных (смешанных) лесов и дуба – в зоне широколиственных (полесских) лесов.

Несмотря на интенсивные рубки, пожары и ветровалы, сосна благодаря своим лесоводственным свойствам (обильное и частое плодоношение, быстрый рост, устойчивость к воздействию засух и экстремальных температур) сохраняет за собой свойственные ей, как правило, песчаные эдафотопы. Способствует этому и искусственное возобновление насаждений после сплошных рубок. Угнетение насаждений сосны снижает её лесохозяйственную, водоохранную, почвозащитную, санитарно – гигиеническую и рекреационную роль.

Современное состояние лесов Беларуси обострило проблему соотношения естественных и антропогенных факторов в оценке этого состояния, осложненную субъективными подходами в постановке научных исследований. Целый ряд естественных явлений и антропогенного характера пока не получили аргументированного объяснения.

Радиальный прирост является уникальным источником упорядоченной в пространстве и времени информации о состоянии природной среды, выступая в роли индикатора динамических процессов в ней. Он хронологически строго определяется изменениями климата и антропогенных факторов. Анализ метеоданных Белгидрометеоцентра после 1880 г. привел к выводу о существовании в климате Беларуси двух эпох (до и после 1940 г.): влажной (в Минске и Василевичах 729 мм осадков в среднем за гидрологический год) с преобладанием западной циркуляции и неустойчиво влажной (615 мм) с преобладанием восточной и меридиональной циркуляции воздушных масс. В последней эпохе выделены две фазы (до и после 1976 г.): похолодания и потепления [1].

Наши дендрохронологические и дендроклиматические исследования ограничены, в основном, последним 200-летием, когда экосистемы лесов на территории Беларуси развивались не только под влиянием динамичных природных процессов (особенно это свойственно климату), но и возникших антропогенных факторов (осушительная мелиорация и техногенное загрязнение воздушной среды).

Среди экологических проблем одной из главных является проблема устойчивости биосферы, имеющая пространственное содержание. Исследование этой проблемы должно проводиться на различных уровнях ландшафтной оболочки – глобальном, региональном (провинциальном) и локальном. Однако, в теории физической географии бесспорно положение о том, что ведущим уровнем организации всей оболочки является глобальный, занимающий высшее иерархическое положение [2].

На каждом уровне устойчивость геосистем регулируется процессами взаимодействия отдельных ландшафтных компонентов, поддерживающих систему в квазиравновесном состоянии. В зависимости от уровня, на котором рассматривается геосистема, меняется спектр природных факторов, ответственных за это её состояние и выход из него. При этом факторы, принадлежащие к более высокому уровню, как бы накладываются на таковые более низкого уровня.

Исходя из этой концепции устойчивости ландшафтной оболочки, общую систему изменчивости радиального прироста сосны на территории Беларуси необходимо было

выстраивать на четырёх уровнях: глобальном (увеличения замутнённости атмосферы в результате вулканических извержений и антропогенного влияния), зональном (климатическом), региональном и локальном. В своем воздействии на экосистему (или организм) экологические факторы могут накладываться (суммация), взаимно усиливаться (синергизм) или находиться в противодействии (антагонизм). В зависимости от этих уровней тот или иной экологический фактор принимал значение ведущего.

В многолетнем ходе изменчивости фактического (в мм) радиального прироста выявлено его максимальное значение в 1880-х и в 1920–1950 гг. Причем, увеличение ширины колец наступало синхронно не зависимо от возраста древостоя на географически разнесённых тест-полигонах, при неоднородных погодно-климатических условиях и в условиях техногенного загрязнения воздушной среды.

В частности, период 1920–1950 гг. включает потепление 1930-х гг., аномально холодные 1940–1942 гг. и начало фазы похолодания второй климатической эпохи с сокращением осадков. Таким образом, в ходе изменчивости радиального прироста фиксируется цикл максимальной продуктивности древостоя сосны продолжительностью около 40 лет, который совпадает с квазиполувековым циклом электромагнитного излучения Солнца В. Ф. Логинова [3].

Однако предшествующий цикл яркости солнечного диска не отразился в таком же увеличении ширины годичных колец, наоборот древостой переживал фазу угнетения. Как представляется, причина высокой стволовой продуктивности сосны в середине XX столетия заключается в притоке прямой солнечной радиации.

При обсуждении многочисленных экологических проблем Беларуси основное внимание (кроме чернобыльских событий) уделяется двум основным факторам, оказывающим наибольшее влияние на состояние природной среды – осушительной мелиорации в Полесье и техногенному загрязнению. Наши дендрохронологические и дендроклиматические исследования в Полесье, средней полосе и Поозерье привели к выводу, что данные антропогенные факторы не являются лимитирующими для ели и сосны на всей территории Беларуси, включая крупнейшие промышленные центры (Минск и Могилев). Для изучения изменчивости радиального прироста сосны были привлечены также образцы древесины, отобранные у бревен строений 19 столетия (на Полесье).

Выполненные дендрохронологические исследования показали, что радиальный прирост великовозрастного древостоя сосны в средней полосе и на севере Беларуси был наибольшим до 1880-х гг. и между 1930-ми и 1950-ми гг. На Полесье эта закономерность свойственна только сосновым насаждениям на автоморфных песчаных почвах (тип леса – сосняк мшистый).

Нерешенной проблемой оставалось выяснение причин прогрессирующего снижения радиального прироста хвойных лесов Беларуси во второй половине 20 столетия. На этот процесс накладывались возмущения в дендрометрических рядах, вызванные погодно-климатическими и антропогенными факторами. Причем, реакция ели на климатические факторы четко проявилась только при потеплении в последней четверти 20 столетия [1], а сосны – оказалась неустойчивой в течение последних двух столетий.

Климатическими, биотическими, возрастными и антропогенными факторами нельзя объяснить одновременное появление периодов максимальной стволовой продуктивности хвойных насаждений и их угнетения на обширных территориях, в частности Беларуси. Причина, по всей видимости, заключена в изменяющейся прозрачности атмосферы под влиянием вулканических извержений [4], определяющей интенсивность прямой солнечной радиации.

Угнетение радиального прироста сосны на рубеже XVIII и XIX вв., в 1816–1817,

1822–1825, 1835–1836 и в 1890–1920-х гг. наступало после крупнейших вулканических катастроф. Климатические факторы при этом не имели существенного значения.

Неустойчивый приток солнечной радиации в результате замутнения атмосферы аэрозолями вулканического происхождения после извержения Кракатау в 1883 г., Мон-Пеле в 1902 г. и Катмай в 1912 г. мог послужить причиной снижения радиального прироста по сравнению с предшествующим «докракатауским» периодом. Атмосфера к 1930-м гг. существенно очистилась от аэрозоля вулканического происхождения, и яркость солнечного диска была максимальной за последнее столетие [4]. Устойчивое повышение значения прямой солнечной радиации в 1925–1950 гг. оказало положительное влияние на стволовую продуктивность ели и сосны.

Менее продолжительный период повышенной продуктивности сосны отмечен также (но не повсеместно на всех тест-полигонах) в 1890-е гг. с интенсивным притоком прямой солнечной радиации после краткосрочного очищения атмосферы от аэрозоля вулкана Кракатау.

Последовавшее замутнение атмосферы аэрозолями в результате извержения вулканов во второй половине 20 столетия привело к прогрессирующему снижению интенсивности прямой солнечной радиации (с минимальным значением после извержения Эль-Чичоне в 1982 г. и Пинатубо в 1991 г.). Именно после 1950-х гг. наступило устойчивое падение радиального прироста сосны, а также снижение устойчивости их насаждений. Таким образом, продукционный процесс этой древесной породы на территории Беларуси может отражать изменения в природной обстановке, вызванные глобальными последствиями вулканических извержений.

Необходимо отметить вероятный антагонизм в одномоментном воздействии солнечной радиации и приповерхностного залегания грунтовых вод на радиальный прирост сосны. При неглубоком залегании грунтовых вод (не глубже 0,5 м; Брестский лесхоз) в сосняке черничном не отмечено увеличения радиального прироста в 1880-е и в 1920–1950-х гг. Однако в случае их понижения после осушения сопредельных болот в 1930-е годы (сосняк черничный в лесу «Бельмонт») изменение ширины годичных колец подчиняется общей закономерности, свойственной насаждениям на автоморфных почвах.

Изменчивость индексов радиального прироста деревьев в сосняке черничном при глубоком залегании грунтовых вод на западе и северо-западе Беларуси синхронна их изменчивости на востоке Полесья (Калинковичский и Светлогорский лесхозы на мелиорированных территориях) и не синхронна на западе этого региона (Брестский лесхоз, где осушительная мелиорация не выполнялась).

Для формации сосны на территории Беларуси климатические факторы оказались не ответственными за изменчивость продукционного процесса этой древесной породы за некоторыми исключениями. Причина, прежде всего, заключается в низкой чувствительности сосны к климатическим факторам, которая не изменилась синхронно с изменением последних.

Подтверждением тому, что климатические условия (температура воздуха и осадки за гидрологический год, вегетационный и безлиственный периоды и месяцы активного роста) не служат синхронизирующим фактором в изменении стволовой продуктивности сосны, является отсутствие синхронности в изменчивости индексов радиального прироста на географически разнесенных тест-полигонах (для одного и того же типа леса). Такая синхронность существует у древостоев различного возраста, которые относятся только к одному типу леса (сосняку мшистому или сосняку черничному) в пределах тест-полигона.

Независимое поведение выделенных биогеоценозов можно объяснить различными трендами их саморазвития в пределах коренного географического ландшафта. Нужно

отметить, что экстремальные погодно-климатические условия 1940–1942 годов (прежде всего аномальные морозы) вызвали синхронное с елью [1] угнетение сосны в центральной части (Могилёв, Минск, геостанция «Западная Березина») и северо-западе Беларуси. Единый цикл максимальной продуктивности сосны в 1920–1950-е годы оказался разорванным на два, продолжительностью 20–22 года.

Изменения в климате не следует напрямую рассматривать, как нарушение равновесного состояния лесных экосистем с участием сосны. Сосна не может служить надежным индикатором происходящих изменений в природной среде на территории Беларуси под влиянием климатических факторов в силу своей лабильности, то есть не устойчивых связей с температурой воздуха и атмосферными осадками. Только при потеплении климата в последней четверти 20 столетия выявлено увеличение дисперсии индексов радиального прироста.

Во второй половине XX столетия с неустойчивой погодно-климатической ситуацией в подавляющем большинстве случаев отсутствовала статистически достоверная коррелятивная зависимость индексов радиального прироста от температуры воздуха и атмосферных осадков как при похолодании (1943–1976 гг.), так и при потеплении (1977–2002 гг.) климата.

За редким исключением температурные условия и осадки месяцев активного роста (май+июнь) и вегетационного периода не были значимы для годичного кольца сосны. Исключением из этого правила явились насаждения сосны на песчаных эдафотопках на северо-западе (национальный парк «Браславские озера»).

В интенсивности воздействия климатических факторов на радиальный прирост сосны отразились региональные и локальные условия нахождения тест-полигонов: геоморфолого-литологические, эдафические и микроклиматические. При неустойчивой связи продуктивности сосны с метеофакторами можно отметить только некоторые региональные особенности её реакции на изменчивость температуры воздуха и осадков.

Положительное статистически значимое, увеличение индексов радиального прироста с нарастанием осадков при похолодании и потеплении климата больше свойственно насаждениям сосны на озах Поозерья (ландшафтный заказник «Межозерный»), чем на автоморфных песчаных почвах Полесья.

При похолодании климата (1943–1976 гг.) у сосняков черничных выявлена прямая зависимость модульных коэффициентов радиального прироста от осадков безлиственного периода и гидрологического года в целом (Калинковичский лесхоз, возраст 110 лет; Светлогорский лесхоз, возраст 120 лет). Связь этого параметра с температурными условиями статистически не значима. Такая же зависимость индексов радиального прироста от гидрометеофакторов свойственна соснякам черничным в национальном парке «Браславские озера», где осушительные мелиоративные работы были выполнены в 1930-е гг.

В результате проведенных исследований выявлена тесная зависимость индексов радиального прироста сосны в черничном типе леса на иллювиально-гумусово-железистых подзолах от температуры безлиственного периода и гидрологического года в целом при потеплении климата, а не от атмосферных осадков за вегетационный период (Калинковичский и Светлогорский лесхозы). Совершенно такая же зависимость установлена для «островных» ельников (тип леса – ельник черничный) на Полесье [1].

Причина этой зависимости, по всей видимости, заключается в следующем. Осушение сопредельных болот перевело экосистему сосновых лесов, как и островных ельников, на переувлажнённом эдафотопе (в сосняках черничных на Полесье майский уровень грунтовых вод залегал на глубине 0,5 м) в противоположное по значимости экологическое состояние – уменьшение увлажнённости песчаного эдафотопка. Продол-

жительность и глубина промерзания почвы зависит от температурных условий безлиственного периода.

Таким образом, температура безлиственного периода приобрела исключительно важное экологическое значение для пополнения запасов грунтовых вод, капиллярное поднятие которых обеспечивает потребность древесных растений (сосны и ели) во влаге с наступлением месяцев активного роста. В этом случае в изменчивости индексов радиального прироста обнаружена её связь с осадками двух лет: текущего и последующего года.

У сосняков черничных на западе и северо-западе Беларуси обнаружено изменение знака связи индексов радиального прироста с метеофакторами безлиственного и вегетационного периодов, при сдвиге на два года. Если эта зависимость от метеофакторов в текущем году прямая, то через два года (реже 1 или 3 года), она трансформируется в обратную. Вероятно, функция периодического угнетения древостоя может принадлежать или температурным условиям и осадкам безлиственного периода, или вегетационного.

Многолетний ход изменчивости радиального прироста сосны в лесопарках Минска и Могилёва подчиняется тем же закономерностям, которые свойственны её насаждениям на незагрязнённых территориях. Только уменьшение ширины годовых колец было более значимым. В условиях техногенного загрязнения воздушной среды неустойчивый характер связи индексов радиального прироста сосны с метеофакторами сохраняется.

Вероятно, эта реакция на изменчивость погодно-климатических условий определяется принадлежностью насаждения к эдафотопу. Так на серых лесовидных суглинках, подстилаемых мореными суглинками (лесопарки «Печерский» и им.50-летия Октября) положительное влияние на радиальный прирост оказывали температурные условия безлиственного периода и гидрологического года при похолодании климата в 1943–1976 годах. Не выявлено ни одного случая статистически достоверной корреляции между этим параметром стволовой продуктивности древостоя и температурой воздуха при потеплении в 1977–2002 гг., а так же осадками в течение второй неустойчиво влажной эпохи (1977–2002 гг.).

У насаждений на песчаном эдафотопе (парк им. Челюскинцев) только при потеплении климата возникла прямая зависимость индексов радиального прироста от гидрометеофактора.

Одним из важнейших признаков реакции сосны (кроме сосняков черничных на западе и северо-западе Беларуси) на погодно-климатические условия служит отсутствие стрессовой ситуации, которая сопровождается изменением знака связи (с лагом 2 года) при прямой зависимости индексов радиального прироста от гидрометеофакторов, выявленное у ели [1] на территории Беларуси.

Неустойчивый характер связи радиального прироста сосны с погодно-климатическими условиями послужил причиной появления множества версий о влиянии температуры воздуха и осадков, а так же других факторов в различные периоды (от года до конкретного месяца) на стволовую продуктивность этой древесной породы.

Радиальному приросту сосны на территории Беларуси свойственны общие закономерности, выражающиеся в одновременном появлении периодов максимальной продуктивности и угнетения древостоя. Изменения в климате не следует рассматривать в качестве причины нарушения равновесного состояния лесных экосистем с участием сосны.

Литература

1. Киселёв В.Н., Матюшевская Е.В. Экология ели. – Минск: БГУ, 2004. – 217 с.
2. Величко А.А. Устойчивость ландшафтной оболочки и её био- и георазнообразия в свете динамики широтной зональности // Изв. Акад. наук. Сер. география. – 2002. – № 5. – С. 7–21.
3. Логинов В.Ф. Новый индекс солнечной активности // Исследования по геомагнетизму, аэрономии и физике Солнца: Сб. науч. тр. / АН СССР, Сиб. отд-е, Сиб. ин-т земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-е, 1972. – Вып. 21. – С. 141–151.
4. Логинов В.Ф. Причины и следствия климатических изменений. – Минск: Наука и техника, 1992. – 319 с.

Аннотация

Яротов А. Е. Общие закономерности роста и развития сосновых лесов на территории Беларуси (дендроклиматический анализ) // Региональная физическая география в новом столетии, вып. 10. Мн.: БГУ, 2017

Радиальному приросту сосны на территории Беларуси свойственны общие закономерности, выражающиеся в одновременном появлении периодов максимальной продуктивности и угнетения древостоя. Изменения в климате не следует рассматривать в качестве причины нарушения равновесного состояния лесных экосистем с участием сосны.

Ключевые слова: дендроиндикация, сосновый лес, стволовая продуктивность, радиальный прирост, климатическая эпоха, интенсивность солнечной радиации, вулканический аэрозоль.

Библ. назв.: 6