

УДК 630*182:581.5(476)

В.Н. Киселев, доктор географических наук,
профессор кафедры физической географии БГПУ;
Е.В. Матюшевская, кандидат географических наук,
доцент кафедры общего земледелия БГУ;
А.Е. Яротов, кандидат географических наук, ст. преподаватель
кафедры физической географии материков и океанов БГУ;
П.А. Митрахович, кандидат биологических наук, доцент
кафедры физической географии материков и океанов БГУ

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНЫ НА КВАРЦЕВЫХ ПЕСКАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Введение. Своеобразие природы Белорусского Полесья как крупнейшего болотного массива в центральной части Европы обычно подчеркивается популярной характеристикой его географических условий. Болота и заболоченные земли в качестве структурной части ландшафтов имеют литологическое основание, представленное в этом регионе песками. Уникальность полесских ландшафтов заключается в том, что эти пески на значительной площади являются кварцевыми, на что не обращалось внимания при почвенных, геоботанических и лесотипологических исследованиях. Существующие в реальности ландшафты с этой литогенной основой почвенного и растительного покрова и освоенных торфяных массивов не отражены на картах различного назначения. Эта особенность природы Полесья не учитывалась при проектно-изыскательском обосновании мелиоративного строительства и при оценке его влияния на природную среду региона.

Автоморфные, только атмосферного увлажнения, почвы на кварцевых песках отличаются исключительной бедностью. Малое содержание или полное отсутствие глинистых минералов не привело к образованию почвенного поглощающего комплекса. К тому же кварцевые пески обладают особыми водно-физическими свойствами: повышенной порозностью и высокой фильтрующей способностью. По-существу, они – решето, в котором не задерживаются атмосферные осадки. Набор факторов, лимитирующих радиальный прирост деревьев на них, ограничен.

Эти своеобразные почвы не учитывались также при перспективе ведения лесного хозяйства с искусственным (лесные культуры)

возобновлением нового поколения древостоя. Пока не предпринимались попытки проанализировать с позиций дендроклиматического мониторинга лесов реакцию главной лесобразующей породы на них – сосны на изменчивость климатических условий. Наши исследования в этом плане представляют собой первый опыт такого целенаправленного подхода к данной задаче.

Объект и предмет исследования. Исследования выполнялись в лесном массиве Светлогорского лесхоза, равноудаленном на 3 км на юго-восток от с. Великий Лес и на северо-восток от с. Залье, на первой надпойменной террасе р. Ипы, канализированной еще Западной экспедицией И.И. Жилинского в последней четверти XIX в. Последнее переустройство мелиоративной сети осуществлено в начале 1970-х гг.

Объектом исследования служили сосняк мшистый и сосняк черничный. Предмет исследования – радиальный прирост. Образцы древесины (керны) отобраны возрастным буровом. Сведения о тестированных деревьях представлены в таблице 1¹. В формировании годичного кольца большое значение принадлежит погодно-климатическим условиям предыдущего года. В дендрохронологиях автокорреляция четко выражена ($r > 0,80$, за исключением 115-летнего поколения, у которого $r = 0,54$). Статистическая обработка данных выполнена с применением пакета при-

¹ Здесь и далее: таблицы и рисунки см. в конце статьи.

кладных программ SPSS. Для одиночных деревьев 190- (сосняк мшистый) и 155- (сосняк черничный) летнего возраста с их индивидуальной реакцией на изменчивость экологических факторов дендроклиматический анализ не выполнялся.

Сосняк мшистый с разновозрастным древостоем и крайне бедным напочвенным покровом с доминированием мха Шребера занимает дерново-подзолистые слаборазвитые почвы на мелкозернистых кварцевых песках со следующими горизонтами: элювиально-гумусный A_1A_2 (0–24 см, пылеватый, монотонный светло-серый) и материнскую породу, слабо затронутую почвенными процессами BC (24–200 см, рыхлый, беловато-светло-желтый).

В сосняке черничном преобладают редко стоящие крупномерные деревья, под которыми среди кустарников доминирует крушина ломкая, в подросте – отдельные экземпляры дуба черешчатого, березы бородавчатой и ели. Почва – иллювиально-гумусово-железистый подзол под достаточно мощной (8–12 см) подстилкой с дерниной на кварцевых песках со следующими горизонтами: A_1A_2 (10–24 см, темно-серый до черного с белесой присыпкой), A_2 (24–39 см, белесый), B_h (39–51 см, темно-бурый, плотный, глыбистый). B_{2g} (51–80 см, оранжевый) и B_{3g} (беловато-светло-желтый с редкими оранжевыми пятнами). Уровень грунтовых вод – на глубине 1,6 м (влияние мелиоративной сети).

Результаты исследования и их обсуждение. Хронология радиального прироста двух 190-летних деревьев является уникальной для Белорусского Полесья, так как после сплошных рубок в XIX и XX вв. деревья такого возраста обнаружить крайне затруднительно. Высокое значение ширины их годовых колец в 1828 и в 1835 гг. (рисунок 1) не противоречит высокой стволовой продуктивности другой хвойной породы в регионе – ели в первой половине XIX в. [1].

Продолжительное (около 30 лет) угнетение радиального прироста 190- и 150-летних сосен до начала 1890-х гг. отражает ухудшение климатической ситуации в Беларуси при окончании малой ледниковой эпохи. По всей видимости, это угнетение укладывается в максимальное похолодание 1857–1891 гг. на Русской равнине в холодный период 1573–1891 гг. [2]. Подобная ситуация сложилась и для хвойных лесов практически на всей территории Беларуси [3].

Очевидно, угнетение радиального прироста сосны 190- и 150-летних поколений на кварцевых песках с автоморфными почвами обусловлено неблагоприятной климатической обстановкой, связанной с окончанием малой ледниковой эпохи. К тому же, по наблюдениям на метеостанции Василевичи, 1879–1904 гг. на Полесье были относительно засушливыми: в среднем за год выпадало 593 мм осадков.

В дендрохронологии 190-летних деревьев выделяется «взрывной» скачок радиального прироста в 1906 г., при котором ширина годичного кольца увеличилась почти в 10 раз по сравнению с предшествующими годами (рисунок 1). Подобный скачок произошел и у 150-летней группы деревьев. Очевидно, что в онтогенезе сосны на кварцевых песках главенствующее значение принадлежит условиям влагообеспеченности. Только обильные осадки в состоянии заметно увеличить содержание влаги в них. Зима 1905 г. была одной из самых многоснежных. За безлиственный период (октябрь – апрель) влажного (770 мм) 1905 г. выпало 458 мм осадков (только в следующем году было на 10 мм больше).

Максимальное значение «взрывного» характера радиальный прирост приобрел в 1906 гидрологическом году (начало 1 октября) с рекордным на Полесье количеством осадков – 1097 мм (за вегетационный период 629 мм) с самыми теплыми (18,2 °C в среднем за май и июнь) и влажными (241 мм) месяцами активного роста. Именно с 1906 г. в климате Полесья, как и всей Беларуси, наступила влажная эпоха со среднегодовым количеством осадков 729 мм [1]. В эту эпоху наиболее увлажненными были 1906–1917 гг. (в среднем за год 772 мм осадков), обеспечивая максимальную стволовую продуктивность сосны на кварцевых песках.

Нельзя исключать вероятное изменение увлажненности почвы на кварцевых песках в результате снижения зоны капиллярного поднятия грунтовых вод после осушения сопределных болот в XIX и XX вв. Сокращение осадков в неустойчиво влажную климатическую эпоху, наступившую после 1940 г. [1] обострило дефицит влаги, определив невысокую стволовую продуктивность сосны независимо от температурных условий. Ее низкие показатели были как при похолодании (до 1976 г.), так и при потеплении (после 1976 г.). Современное изменение климата с сокращенными осадками создает серьезную

проблему ведения лесного хозяйства на территориях с кварцевыми песками.

В многолетней изменчивости глубокое угнетение радиального прироста (до 0,1 мм) у сосняка черничного (рисунок 2) отмечено в 1884–1885 гг. после взрыва вулкана Кракатау в 1883 г. (у старейшего 155-летнего дерева) и в пятилетие после 1906 г. (у 135-летней группы деревьев). Депрессия прироста в холодное начало 1940-х гг. выражена более четко, чем у сосняка мшистого. В условиях влажной климатической эпохи изменчивость радиального прироста в этом биогеоценозе была более контрастной, чем у сосняка мшистого. Наибольшая стволовая продуктивность возникла в 1950-е гг., сокращаясь к концу XX в. с малоамплитудными подъемами и падениями.

В индексном приросте (рисунок 3–4) отразились переломные 1906, 1940 и 1976 гг., при переходе через которые изменялась, хотя и незначительно, реакция сосны на динамику климатических факторов. Коэффициент чувствительности сосны к климатическим факторам по А.Е.Дугласу [4] (таблица 2) был наибольшим до 1905 г. (для одиночных деревьев он и стандартное отклонение не определялись).

Чувствительность сосняка мшистого с наименьшими значениями в условиях влажного климата 1906–1940 гг. незначительно увеличилась при сокращении осадков с наступлением неустойчиво влажной климатической эпохи в эти годы. Дисперсия (стандартное отклонение σ) индексного прироста в выделенных временных отрезках с различающейся климатической ситуацией изменялась мало. У сосняка черничного эти показатели реакции на изменчивость климатических условий были наибольшими при потеплении после 1976 г.

Статистически значимая зависимость индексного прироста у сосняка мшистого от температуры воздуха и осадков, за редким исключением, не выявлена (таблица 3). У сосняка черничного индексный прирост оказался в прямой зависимости от температурных условий вегетационного (май–сентябрь) и безлиственного (октябрь–апрель) периодов, но в обратной в годичном значении.

После 1976 г. с сокращением притока солнечной радиации [3] и потеплением климата у сосняка мшистого возникла прямая статистически значимая зависимость индексного прироста от температуры безлиственного периода, сохранившаяся и на следующий год,

но не от осадков (таблица 3). На бедных автоморфных почвах с кварцевыми песками, у которых быстрая инфильтрация атмосферных осадков, гидрометеорологический фактор от своего низкого значения для нарастания стволовой массы не избавился.

У сосняка черничного индексный прирост оказался в прямой зависимости от температурных условий безлиственного периода и гидрологического года в целом.

Осушительная мелиорация, понизив уровень приповерхностных грунтовых вод, перевела переувлажненный эдафотоп сосняка черничного в иное гидроэкологическое состояние. На не подвергшихся осушению территориях майский уровень грунтовых вод в песчаных почвах этого типа леса на Полесье обычно находится на глубине 0,5 м.

Нельзя отрицать пополнение грунтовых вод атмосферными осадками и их влияние на увлажненность корнеобитаемого горизонта. Плотный иллювиально-гумусово-железистый слой не проникаем для корней сосны, почти вся масса которых сосредоточена в верхнем иллювиально-гумусовом горизонте [5].

Для нарастания стволовой массы большое значение имеет минеральное, особенно азотное, питание древесных растений. После понижения грунтовых вод, сопровождающего осушительную мелиорацию, увеличение годичного прироста может происходить за счет вовлечения минеральных ресурсов почвы в корневое питание, потребность в котором возросла с потеплением климата.

Как известно, главным источником питания растений является аммонийный и нитратный азот, возникающий при минерализации микроорганизмами свежего органического вещества. Наиболее плотно микроорганизмами заселена подстилка, в которой четко выражена сезонная динамика ее численности и биомассы [6].

В исследованном сосняке черничном, как отмечалось, мощность дернины вместе с подстилкой составляет 8–12 см. Изменение жизненного состояния сосны вызвано сезонной динамикой микробиологической активности почвы в чередующихся при потеплении климата зим с малоснежным покровом или без него. Следует отметить, что такая же прямая зависимость индексного прироста от гидрометеофактора возникла и у ели в «островных» локалитетах с иллювиально-гумусово-железистым подзолом [1].

Положительная реакция сосны на температуру безлиственного периода при потепле-

нии климата указывает на возросшее значение этого периода для состояния и продуктивности лесных биогеоценозов черничного типа, как на Полесье, так и на остальной территории Беларуси [1].

На автоморфных слаборазвитых почвах с кварцевыми песками только обильные осадки в течение нескольких лет вызывали возмущения в дендрометрических рядах, но не объясняют погодичную изменчивость фактического (в мм) радиального прироста за весь период роста и развития насаждения.

Прямая зависимость индексного прироста у двух типов леса от метеофакторов после 1976 г. возникла у ослабленного древостоя при сокращении фактического (в мм). Следовательно, эта корреляция является признаком угнетения древостоя, причина которого, по всей видимости, заключена в резком сокращении поступления солнечной радиации в атмосферу над Припятским Полесьем [3].

Кросскорреляционный анализ указал на значение в этой динамике рассеянной радиации. Поступление прямой солнечной радиации и ее преобразование в рассеянную, по наблюдениям на метеостанции Василевичи, во второй половине XX в. были непостоянными и подвержены значительным флуктуациям [3].

Фактический радиальный прирост в сосняке мшистом положительно коррелировал с рассеянной радиацией, как в текущем году, так и в последующем, а не с прямой (таблица 4). В сосняке черничном такой зависимости прироста от этой радиации не возникало. В рассеянной радиации содержание фотосинтетически активной ее части (ФАР) составляет 50–60 % [8], в прямой – значительно меньше, 21–46 % [9–10].

Соотношение между вкладом рассеянной радиации и климатическими факторами (температурой и осадками) в стволовую продуктивность сосны на кварцевых песках после 1976 г. можно оценить не только по коэффициенту корреляции, но и по коэффициенту детерминации (r^2) между фактическим приростом и ими, привлекая опыт подобных исследований применительно к сельскохозяйственным культурам [11].

В трех возрастных группах деревьев в сосняке мшистом, не зависимо от их возраста, сохранилась прямая зависимость фактического прироста от рассеянной радиации, как в текущем, так и в следующем году (таблица 5). Наибольший вклад в формирование

кольца внесла рассеянная радиация за вегетационный период текущего года (r^2 от 0,14 до 0,34 или от 14 до 34 %) и несколько выше в последующий (r^2 от 0,19 до 0,35 или от 19 до 35 %).

Коэффициент корреляции фактического прироста с метеофакторами оказался столь низким, что их вклад в его изменчивость был около 1 % (среднее значение $r^2 = 0,01$).

У сосняка черничного совершенно иная закономерность. При крайне малых значениях коэффициента детерминации участие рассеянной радиации в радиальном приросте ничтожно. Ее изменчивость в тех параметрах, которые зафиксированы на метеостанции Василевичи [3], не оказало влияния на стволовую продуктивность сосняка черничного на иллювиально-гумусово-железистом подзоле.

Фактический прирост, как и индексный, положительно статистически значимо коррелировал с температурой воздуха и осадками безлиственного периода и, как следствие, гидрологического года в целом. Причем повышение температуры в месяцы активного роста и за вегетационный период оказывало негативное влияние на него. Соответственно, вклад температуры безлиственного периода в изменчивость ширины годичного кольца у 135-летней группы деревьев составил 13 % ($r^2 = 0,13$), у 100-летней – 31 % ($r^2 = 0,31$). В последующий год эти показатели изменились слабо.

Оценки коэффициента детерминации для этих поколений сосны так же указывает на ведущее значение осадков за безлиственный период для ее стволовой продуктивности: у 135-летнего поколения $r^2 = 0,36$ или 36 % (в следующем году 0,41 или 41 %), у 100-летнего $r^2 = 0,22$ или 22 % (в следующем году 0,14 или 14 %).

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о значительной степени детерминации изменчивости фактического (в мм) радиального прироста древостоя от рассеянной радиации для сосняка мшистого и погодных условий безлиственного периода для сосняка черничного.

Изучение изменчивости радиального прироста сосны на почвах с литологическим профилем из кварцевых песков и с ограниченным набором лимитирующих экологических факторов показало, что климат является фоном, при котором развивается биопродукционный процесс как порождение фотосинтеза, обеспеченного энергетическими ре-

сурсами (рассеянной радиацией) при слабом минеральном питании.

Заключение. Таким образом, важнейшим экологическим фактором изменчивости радиального прироста у сосняка мшистого служит рассеянная радиация, а у сосняка черничного – метеорологические условия (температура воздуха и осадки) безлиственного периода. Эти локальные различия отражают своеобразие эдафотопов для стволовой продуктивности важнейшей лесообразующей породы в полесском ландшафте, литологической основой которого являются кварцевые пески. При этом эдафотопе для дендроклиматического анализа целесообразно использовать не только индексный, но и фактический радиальный прирост.

Изменение климата в XX в. (от влажного к неустойчиво влажному, от похолодания к потеплению) не отразилось в общем ходе многолетней изменчивости радиального прироста, хотя и вызывало возмущения в дендрохронологиях. Реакция сосны на изменчивость метеофакторов обострилась при ее угнетении, наступившем после 1976 г. с сокращением в атмосфере рассеянной солнечной радиации. Важнейшее значение при этом приобрели температурные условия и осадки безлиственного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселёв, В.Н. Экология ели / В.Н. Киселёв, Е.В. Матюшевская. – Минск: Изд. центр БГУ, 2004. – 217 с.
2. Турин, А.М. Датирование Малого Ледникового Периода по естественнонаучным данным. – Режим доступа: http://new.chronologia.org/volume5/tur_mlp.html. – Дата доступа: 29.03.2011 г.

3. Киселев, В.Н. Хвойные леса Беларуси в современных климатических условиях (дендроклиматический анализ) / В.Н. Киселев, Е.В. Матюшевская, А.Е. Яротов, П.А. Митрахович. – Минск: Право и экономика, 2010. – 202 с.
4. Douglass, A.E. Climatic cycles and tree growth / A.E. Douglass. – Wash. Publ., 1936. – Vol. 3. – 289 p.
5. Киселев, В.Н. Ландшафтно-экологические исследования Белорусского Полесья / В.Н. Киселев, К.Д. Чубанов. – Минск: Наука и техника, 1979. – 104 с.
6. Головченко, А.В. Сезонная динамика численности и биомассы микроорганизмов по профилю почвы / А.В. Головченко, Л.М. Полянская // Почвоведение. – 1996. – № 10. – С. 1227–1283.
7. Киселев, В.Н. Почвенный микрофлористический фактор в изменчивости радиального прироста ели. / В.Н. Киселев, Е.В. Матюшевская // Лесное хозяйство. – 2009. – № 2. – С. 22–23.
8. Тооминг, Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая / Х.Г. Тооминг. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 200 с.
9. Алексеев, В.А. Световой режим леса / В.А. Алексеев. – Л.: Наука, 1975. – 227 с.
10. Шульгин, И.А. Растение и Солнце / И.А. Шульгин. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 252 с.
11. Сачок, Г.И. Факторы и модели изменчивости урожайности сельскохозяйственных культур Беларуси / Г.И. Сачок, Г.А. Камышенко. – Минск: Бел. наука, 2006. – 243 с.

SUMMARY

In the article features of a radial gain of a pine on the soils, by the combined quartz sand in the Belarusian Polesye are investigated.

Таблица 1 – Сведения о тестируемых деревьях

Тип леса	Возраст, лет	Кол-во деревьев	Диаметр, см	Высота, м	Коэффициент корреляции 1 порядка
Сосняк мшистый	190	2	54-58	26	0,91
	150	9	52-58	26	0,80
	115	14	40-54	22-24	0,54
	75	14	32-40	16-22	0,81
Сосняк черничный	155	1	74	32	0,81
	135	10	56-72	28-32	0,83
	100	16	40-56	22-26	0,85

Таблица 2 – Чувствительность сосны к климатическим факторам и стандартное отклонение (σ) ее индексного прироста

Тип леса	Возраст, лет	Коэффициент чувствительности (Кч)				Стандартное отклонение (σ)			
		до 1906 г.	1906-1940 гг.	1941-1976 гг.	после 1976 г.	до 1906 г.	1906-1940 гг.	1941-1976 гг.	после 1976 г.
С. мш.	150	0,38	0,18	0,33	0,25	15,2	12,1	14,5	12,9
	115	-	0,21	0,24	0,16	-	8,9	11,9	7,4
	75	-	-	0,26	0,25	-	-	10,7	12,4
С. черн.	135	0,41	0,24	0,18	0,28	21,4	10,8	7,5	12,6
	100	-	0,17	0,26	0,28	-	8,1	10,2	16,3

Таблица 3 – Коэффициенты корреляции индексного прироста возрастных групп сосны на кварцевых песках с метеофакторами

Возраст, лет	Период	Коэффициент корреляции $r = 0, \dots$									
		До 1905 г.		1906-1940 гг.		1941-1976 гг.		1976-2006 гг.			
		t °C	осадки	t °C	осадки	t °C	осадки	t °C		осадки	
								тек.	след.	тек.	след.
Сосняк мшистый											
150	Безлист.	-08	-12	12	-37	14	50	26	42	27	24
	М. – и.	-29	12	-36	-24	09	30	-22	10	00	-07
	Вегет.	-16	15	-04	-12	10	23	-07	06	-18	05
	Год	-18	24	14	-30	19	50	21	39	00	20
115	Безлист.	-	-	-28	-03	21	19	33	31	31	18
	М. – и.	-	-	-12	18	-16	06	-37	07	-18	-24
	Вегет.	-	-	-0,9	-0,6	09	00	08	09	-24	31
	Год	-	-	-33	-0,6	07	12	29	32	-02	-12
75	Безлист.	-	-	-	-	21	02	32	51	46	13
	М. – и.	-	-	-	-	-15	02	-26	04	01	-25
	Вегет.	-	-	-	-	05	17	08	19	14	-27
	Год	-	-	-	-	07	14	26	51	42	17
Сосняк черничный											
135	Безлист.	16	07	24	17	23	34	42	65	53	32
	М. – и.	12	21	-02	21	30	15	-39	-10	-07	-39
	Вегет.	00	36	-01	37	33	-01	-15	08	-01	-01
	Год	32	30	17	36	39	20	33	58	33	-13
100	Безлист.	-	-	-05	-10	-01	09	58	49	32	13
	М. – и.	-	-	02	08	-04	-10	-41	-24	-09	08
	Вегет.	-	-	14	-08	16	04	-35	12	07	-21
	Год	-	-	04	-12	10	09	40	46	27	-12

Примечание: Полужирным начертанием выделены значения коэффициента корреляции при $P = 0,95$; полужирным начертанием и курсивом – при $P = 0,99$; полужирным курсивом и подчеркиванием – при $P = 0,999$. Безлист. – безлиственный период; м. – и. – май – июнь, вег. – вегетационный период; тек. – текущий год; след. – следующий год. Число степеней свободы n равно количеству лет во временном отрезке.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции радиального (в мм) прироста сосны с солнечной радиацией после 1955 г. в текущем (тек., $r = 0,..$) и следующем году (след, $r = 0,..$)

Возраст, лет	Период	Солнечная радиация			
		прямая	рассеянная		суммарная
		тек., r	тек., r	след, r	тек., r
Сосняк мшистый					
150	Май–июнь	-18	36	33	-01
	Вегетац.	-13	35	22	04
	год	-23	36	28	-02
115	Май–июнь	12	30	19	11
	Вегетац.	16	37	23	12
	Год	09	40	30	06
75	Май–июнь	05	36	33	-01
	Вегетац.	-05	35	22	04
	Год	21	36	28	-02
Сосняк черничный					
135	Май–июнь	24	10	03	24
	Вегетац.	27	06	07	29
	Год	29	07	13	22
100	Май–июнь	25	04	10	23
	Вегетац.	24	11	19	20
	Год	12	07	22	15

Примечание: При низком значении r с прямой и рассеянной радиацией r в следующем году не вычислялся. Полужирным начертанием выделены значения коэффициента корреляции при $P = 0,95$, полужирным курсивом – при $P = 0,99$.

Таблица 5 – Коэффициенты корреляции ($r = 0,..$) и детерминации ($r^2 = 0,..$) радиального (в мм) прироста сосны с рассеянной солнечной радиацией, температурой воздуха и осадками за 1977 – 2006 гг. ($n = 30$)

Возраст, лет	Период	Рассеянная радиация				t °C				Осадки			
		тек.		след.		тек.		след.		тек.		след.	
		r	r ²	r	r ²	r	r ²	r	r ²	r	r ²	r	r ²
Сосняк мшистый													
150	Безлист.	-	-	-	-	05	00	13	02	-03	00	-06	00
	М.-и.	36	13	48	23	-11	01	13	02	05	00	-06	00
	Вегет.	58	34	59	35	-27	07	-07	00	05	00	-05	00
	Год	43	18	56	31	-06	00	07	02	-12	01	-08	01
115	Безлист.	-	-	-	-	04	00	-02	00	20	04	11	01
	М.-и.	20	04	34	12	-13	02	04	00	-21	04	-23	05
	Вегет.	36	13	43	18	-02	00	04	00	-24	06	-31	10
	Год	32	10	51	26	-01	00	-03	00	-09	01	22	05
75	Безлист.	-	-	-	-	18	03	31	10	19	04	02	00
	М.-и.	20	04	36	13	-08	01	00	00	-06	00	-18	03
	Вегетац.	40	16	46	21	-13	02	04	00	04	00	-21	04
	Год	25	06	42	18	10	01	26	07	15	02	-18	03
Сосняк черничный													
135	Безлист.	-	-	-	-	36	13	39	15	60	36	41	17
	М.-и.	10	01	-10	01	-24	06	-07	00	-25	06	-39	15
	Вегет.	06	00	01	00	12	01	24	06	-22	04	-41	17
	Год	07	00	-16	03	34	02	41	17	19	04	-11	01
100	Безлист.	-	-	-	-	56	31	50	25	47	22	38	14
	М.-и.	04	00	-19	04	-34	12	-17	03	-25	06	-11	01
	Вегет.	11	01	-14	02	-16	03	22	05	-10	01	-37	14
	Год	07	00	-26	07	43	18	50	25	34	12	21	04

Примечание: Полужирным начертанием выделены значения коэффициента корреляции при $P = 0,95$; полужирным начертанием и курсивом – при $P = 0,99$; полужирным курсивом и подчеркиванием – при $P = 0,999$. Безлист. – безлиственный период; м. – и. – май – июнь; вег. – вегетационный период; тек. – текущий год; след. – следующий год.

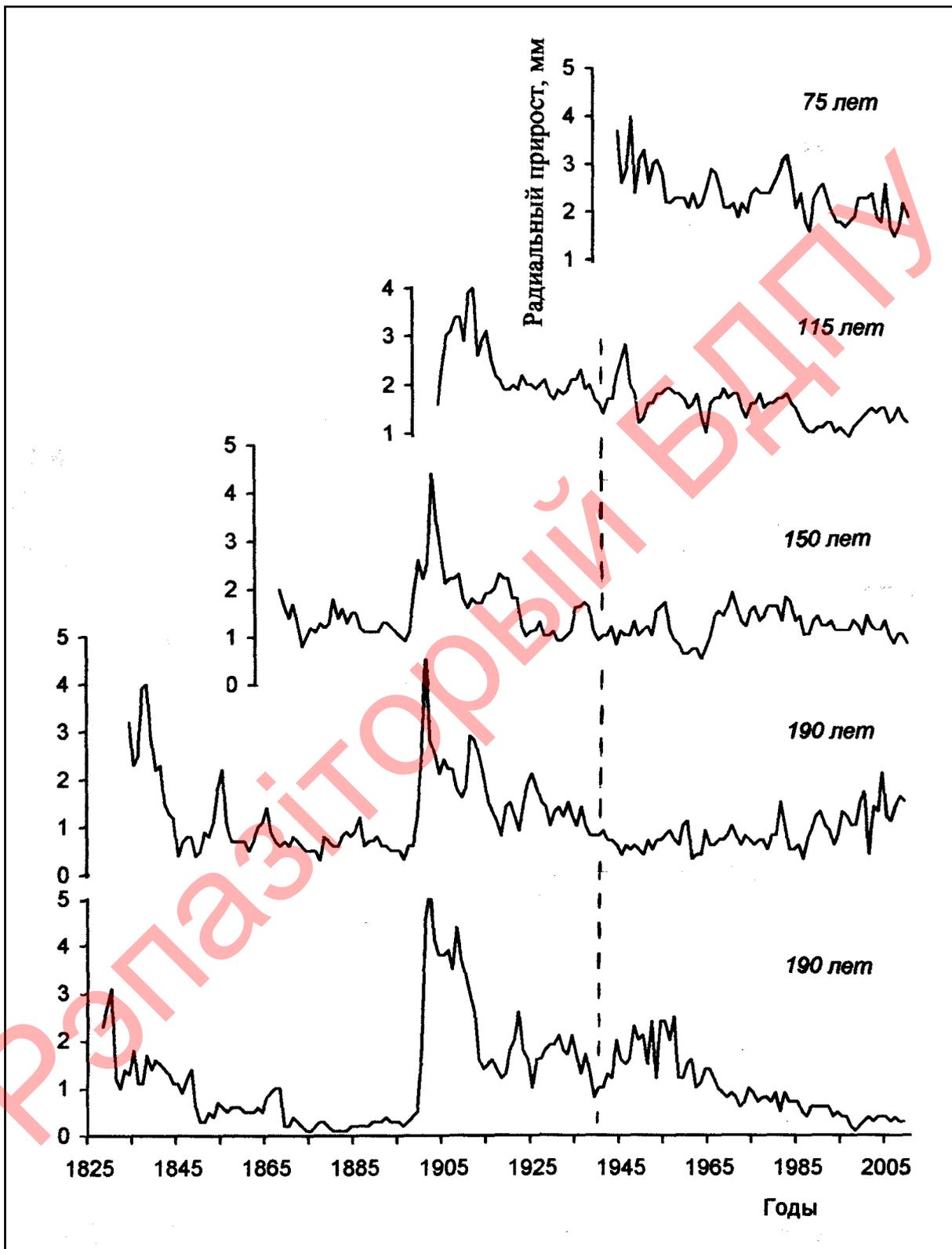


Рисунок 1 – Многолетний ход изменчивости радиального прироста сосняка мишского

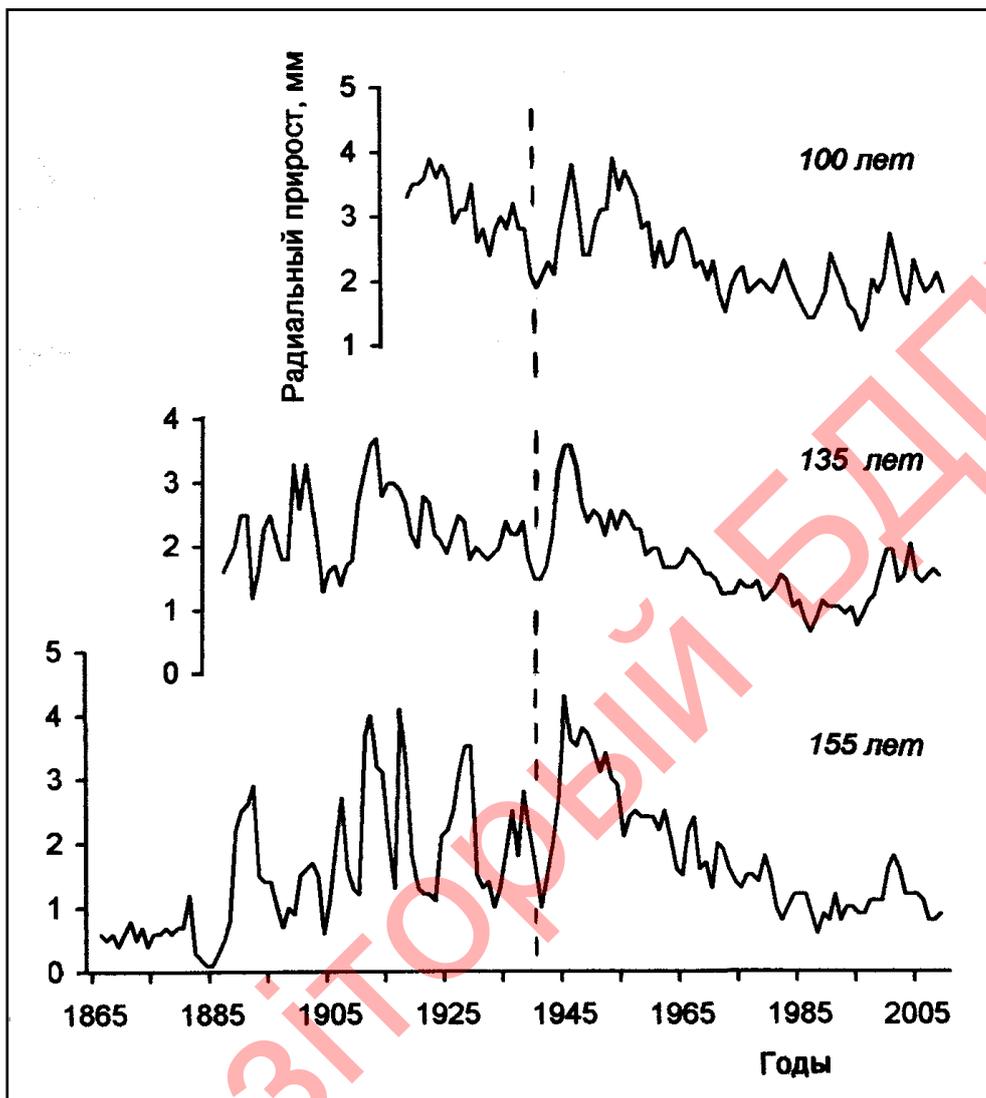


Рисунок 2 – Многолетний ход изменчивости радиального прироста сосняка черничного

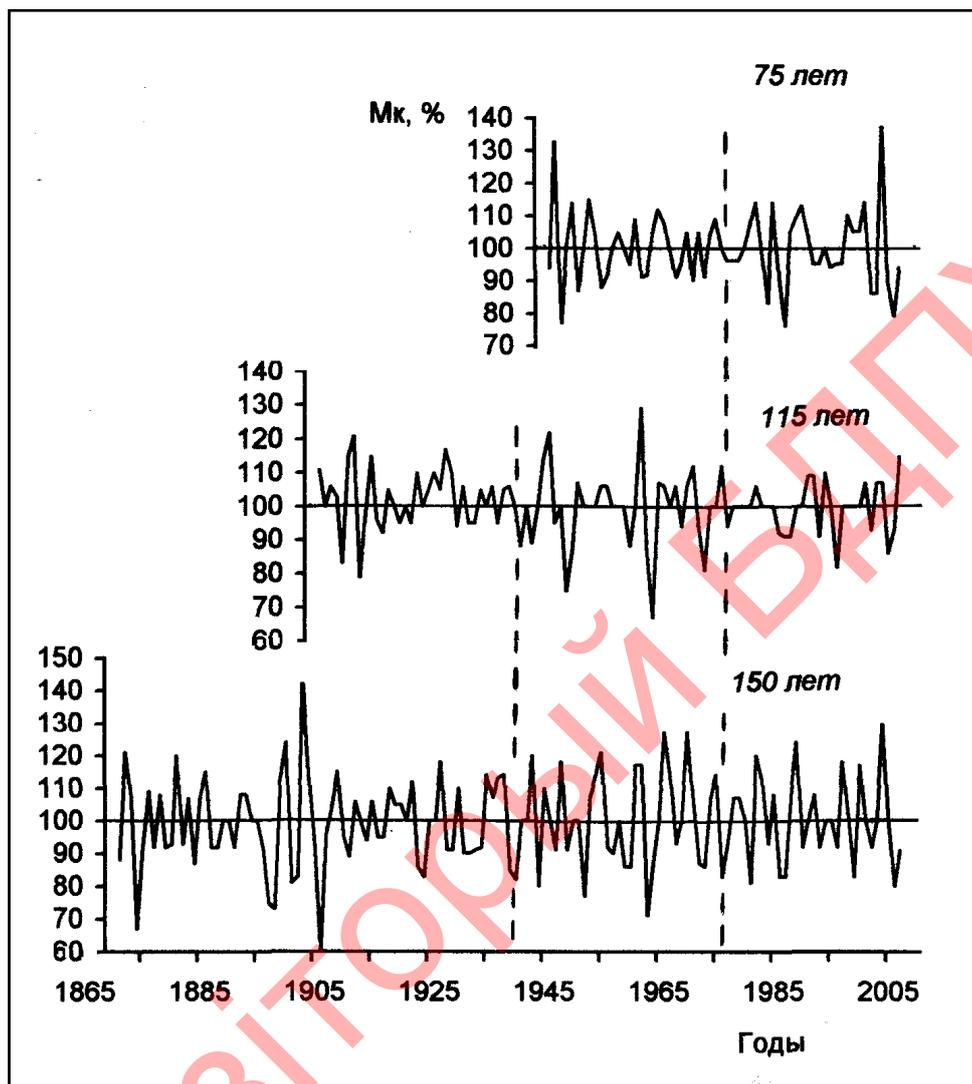


Рисунок 3 – Многолетний ход изменчивости индексного прироста сосняка мшистого

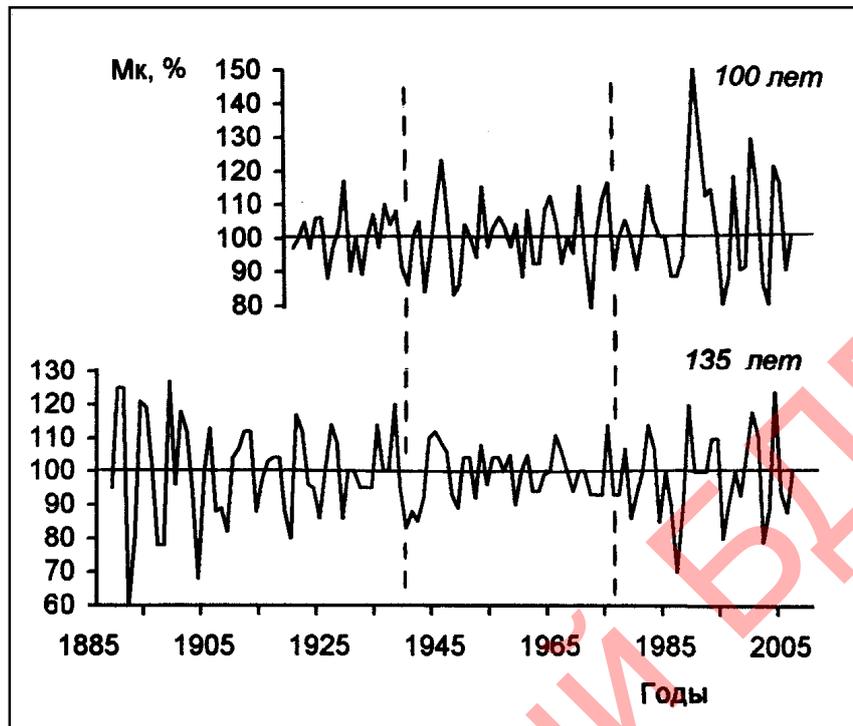


Рисунок 4 – Многолетний ход изменчивости индексного прироста сосняка черничного