

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И МЕТОДИКА  
ДЕНДРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО  
К ПРОБЛЕМЕ УСЫХАНИЯ  
ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ В БЕЛАРУСИ**

*Матюшевская Е.В., Киселев В.Н., Яротов А.Е.  
Белорусский государственный Университет,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: katerina.vm@gmail.com*

Современное состояние хвойных лесов Беларуси с массовым отмиранием древостоя – промежуточный этап их многолетней динамики и использования в хозяйственных целях. Стратегия лесного хозяйства на ближайшую и отдаленную перспективу невозможна без учета направленной изменчивости состояния и стволовой продуктивности хвойных пород-лесообразователей (сосны и ели). Эта изменчивость в ретроспективном аспекте и в современных экологических реалиях остается недостаточно изученной. Для ликвидации пробела в ее знании в ретроспективном аспекте и в современных экологических реалиях при непостоянстве климата применена методика исследования, базирующаяся на научном обосновании и накопленном опыте дендроклиматических исследований в России, США, Беларуси и других странах.

Ключевые слова: Беларусь; сосна; ель; радиальный прирост; усыхание древостоя.

**THE MAIN PROVISIONS AND METHODS OF DENDROCLIMATIC  
RESEARCH IN RELATION TO THE PROBLEM OF DESICCATION  
CONIFEROUS FORESTS IN BELARUS**

*Matsiusheuskaya E. V., Kisialiou V. N., Yarotau A. E.  
Belarusian State University,  
Minsk, Republic of Belarus, e-mail: katerina.vm@gmail.com*

The current state of the coniferous forests of Belarus with the mass death of the stand is an intermediate stage of their long-term dynamics and use for economic purposes. The strategy of forestry for the near and long-term perspective is impossible without taking into account the directional variability of the state and stem productivity of coniferous forest-forming species (pines and firs). This variability in the retrospective aspect and in the current environmental realities remains insufficiently studied. To eliminate the gap in its knowledge in the retrospective aspect and in the current environmental realities with climate variability, a research methodology based on scientific justification and accumulated experience of dendroclimatic studies in Russia, the United States, Belarus and other countries was used.

Key words: Belarus; pine; spruce; radial growth; shrinking of the forest.

Нарастание стволовой массы древесных пород происходит при одновременном воздействии множества факторов как экологического, так и биологического порядка. По этой причине выделение каждого из них связано со значительными методическими трудностями и не всегда осуществимо. При

этом необходимо учитывать наличие территориальной составляющей, отражающей географические закономерности исследуемых явлений. Лесные ценозы являются структурной частью географического ландшафта, в котором все изменения в этой фитоценотической составляющей происходят в её взаимосвязи с другими структурными компонентами природного комплекса. Древесные породы обладают определённой стабильностью прироста, в связи с чем незначительное влияние какого-либо фактора в достаточной степени не проявляется и, как правило, не фиксируется при исследовании [1].

Проблема соотношения естественных и антропогенных факторов во влиянии на состояние и продуктивность лесных экосистем, обострившаяся к концу XX ст. в умеренном климатическом поясе Северного полушария, стала особенно значимой в XXI ст. в связи с массовым отмиранием хвойных лесов, в частности на территории Беларуси.

В настоящее время нет единого мнения о причинах угнетения лесов в Европе и Северной Америке. На этот счёт существует множество гипотез: климатическая, биотическая, ценотическая, фитопатологическая, техногенная, гелиоциклическая и др. Интенсивное отмирание лесов следует рассматривать как результат комплексного синергетического воздействия различных абиотических и биотических факторов, среди которых загрязнение атмосферы, гидросферы и почв имеет большое значение [2].

Высказанное ранее предположение, что для массового усыхания древостоев ели должен быть некий один синхронизирующий фактор, имеющий решающее значение, и в такой роли могут выступать климат и погодные условия [3], может рассматриваться уже в качестве основной причины в связи с быстрым потеплением климата. Состояние лесов в Беларуси подчеркивает необходимость поиска ответа на вопрос: является ли их усыхание реакцией на потепление климата в XX ст. В экологии климатические факторы (температура воздуха и осадки) считаются важнейшими после солнечной энергии.

Среди экологических проблем современности возникла потенциальная возможность снижения устойчивости биосферы при изменяющихся климатических условиях, имеющая пространственное содержание. Состояние лесов умеренного климатического пояса служит симптомом современных изменений в биосфере. Динамичные процессы в лесах Беларуси могут отражать ситуацию с деградацией и отмиранием лесов в Северном полушарии в целом, занимающей заметное место в перечне экологических проблем планетарного масштаба, начиная с 1980-х гг. До настоящего времени нет единого понимания причин этой деградации. По литературным данным и ресурсу ИНТЕРНЕТ в данной области она поразила леса в Германии, Румынии, Польше, Словакии, Швейцарии, Италии, Финляндии, Украине и России. Получение новых данных о состоянии лесов на региональном уровне следует рассматривать как крайне необходимую дополнительную составляющую в познании динамичных процессов в них на европейском уровне.

Изменчивости прироста деревьев в настоящее время посвящено огромное число публикаций, однако, многие вопросы остаются дискуссионными или слабо освещенными, что связано с разнообразием как лесных биогеоценозов, так и характера экологических воздействий на них, а так же подходов исследователей к поставленной задаче.

Среди современных экологических проблем важнейшей является проблема изменений климата на глобальном и региональном уровнях. В климатологии всё больше утверждается вывод о том, что реально наблюдающееся с конца XIX ст. глобальное потепление является реакцией атмосферы на антропогенное увеличение парниковых газов.

Поиск биоиндикаторов, отражающих изменения в лесных ландшафтах конкретных географических территорий под влиянием климатической динамики, в этом отношении необходим. В качестве такого индикатора, позволяющего оценить эти изменения выступает годичное кольцо древесных растений. Ширина годичного кольца имеет чёткий физический смысл, поскольку представляет собой абсолютную скорость роста дерева по диаметру. Сведения об изменчивости радиального прироста деревьев добываются в полевых экспедиционных исследованиях с отбором образцов древесины для дендрометрических измерений, анализа и обобщения полученных результатов.

Жизнеспособность каждого дерева в лесном ценозе определяется, прежде всего, его индивидуальными генетическими свойствами – способностью сопротивляться отрицательным для роста и развития внешним воздействиям, как природным, так и антропогенным. Эти свойства обнаруживают себя, как известно, в конкурентных взаимоотношениях деревьев в насаждении. Естественный отбор, проявляющийся в конкурентной борьбе организмов за свет, тепло, влагу и питательные вещества – это тот двигатель, который обуславливает в конечном счете дифференциацию деревьев по росту и развитию, а также сукцессионные изменения в лесном сообществе. Результат этих изменений, учитывая совокупность действующих факторов в их взаимосвязи, может служить отправным моментом в оценке состояния и продуктивности древостоя в реальной экологической среде.

Способность к сопротивлению неблагоприятным экологическим факторам во многом определяется особыми приспособительными функциями организмов, или, по терминологии Ю. З. Кулагина [4] их преадаптированностью. Под адаптированностью следует понимать особую форму приспособления организмов к быстрым и резким изменениям среды, возникающую моментально (одноактно) вне отборного длительного пути. Быстрые резкие изменения погодно-климатических и антропогенно-экологических факторов могут вызывать одномоментное с ними угнетение вплоть до отмирания лесобразующих пород или изменяя их дальнейший преадаптивный путь развития (при выживании).

Масштабы массового усыхания хвойных насаждений на территории Беларуси дают основание рассматривать его как экологическое бедствие.

Отсюда вытекает чрезвычайно важная задача выявления причин его возникновения и прогноза вероятного повторения.

При широком обсуждении многочисленных экологических проблем Беларуси основное внимание уделяется двум факторам, оказывающим наибольшее влияние, как на состояние природной среды, так и на социально-экономическую ситуацию в республике: осушительной мелиорации (особенно в Полесье) и загрязнению (в первую очередь радионуклидами). Об этом свидетельствуют многочисленные публикации, подводящие итог многолетнему изучению белорусских экологических и географических реалий.

Трансформация лесных экосистем, как правило, объясняется негативным влиянием антропогенных факторов (осушительной мелиорации, техногенного загрязнения) и естественными причинами, в частности, изменениями климата [5]. В радиальном приросте древесных растений в условиях сезонной ритмики умеренного пояса, в течение их онтогенеза отражается одновременное воздействие многообразных экологических факторов. Скрытая в динамических рядах годовых колец информация полезна для принятия решений в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, а также как прямой показатель современного состояния и стволовой продуктивности древостоя.

Единого мнения относительно причин и закономерностей временной и пространственной изменчивости прироста древесных растений нет, и поэтому особую ценность представляют данные, полученные в разных частях лесных границ за наиболее продолжительные отрезки времени. Трудность при выполнении обобщенных построений заключается также в том, что большинство авторов публикуют не данные измерений, а индексы, рассчитанные самыми разными способами [6]. По этой причине при анализе временных рядов дендрокольцевых хронологий мы отдали предпочтение фактическим значениям радиального прироста.

Из анализа прироста годовых колец деревьев следует, что диапазон изменчивости ширины годового слоя у отдельных особей может достигать значительных величин, и, вместе с тем, он, безусловно, отличается у каждой из них в связи с целым рядом причин как внутреннего, так и внешнего происхождения. К первым относятся генетические особенности вида, возраст модельного дерева, время его появления и т. п., ко вторым – комплекс фитоценологических, эдафических, климатических, гелиофизических и др. факторов.

Для исключения индивидуальных особенностей отдельных деревьев проводится осреднение данных по нескольким модельным деревьям. При этом уменьшается диапазон колебаний прироста, характерный для отдельных особей, и увеличивается амплитуда колебаний, присущая всем деревьям выборки [6]. Этот принцип выявления значительных колебаний прироста принят нами в качестве отправного в дендроклиматических исследованиях. Кроме того, использовались данные и по отдельным деревьям или по

немногочисленным (менее 10 особей) группам деревьев особенно больших возрастов, когда не было возможности получить массовый материал. Ряды годичных колец в этом случае рассматривались как уникальные по продолжительности и другим признакам [7]

Погодичная динамика радиального прироста деревьев отражает собой не только многолетнюю изменчивость, обусловленную влиянием внешних факторов: в ней также фиксируются результаты внутривидовой конкуренции и другие сложные процессы, протекающие в природных сообществах.

Интенсивность и характер отпада деревьев определяется стадией формирования ценоза и носит циклический характер. Это связано с периодическими распадами достигших предельного возраста древостоев и с чередованием временных периодов с благоприятным и неблагоприятным сочетанием режимов среды [8].

Как уже отмечалось, проблема устойчивости белорусских лесов в ближайшей перспективе может стать ещё более острой, и лесное хозяйство вынуждено считаться с этим обстоятельством при искусственном восстановлении лесных массивов после рубок главного пользования и проведении лесокультурных мероприятий на рекультивируемых землях, с учётом зональной принадлежности территории Беларуси.

Результаты метеорологических наблюдений на конкретных станциях отражают не только региональную, но и мировую динамику климата. Важным для дендрохроноклиматических исследований является анализ изменений основных метеорологических показателей, определяющих первичную продуктивность (в нашем случае – ширину годичного кольца), – солнечная радиация, температуры воздуха и осадков.

Общеизвестно, что жизнеспособность дерева в насаждении определяется, прежде всего, его способностью сопротивляться отрицательным для роста и развития внешним воздействиям, как природным, так и связанным с техническим загрязнением и другими антропогенными факторами. Эти индивидуальные генетические свойства обнаруживаются во внутривидовых конкурентных отношениях в однопородных насаждениях. Чтобы в значительной степени нивелировать значение этого фактора в интерпретации изменчивости радиального прироста, мы отдавали предпочтение господствующим и согосподствующим деревьям в редкостойных насаждениях или отдельно растущим деревьям, как это рекомендуется при выполнении дендроклиматических исследований [9].

В пределах древостоя наиболее сильный климатический сигнал содержится в приросте деревьев, принадлежащих именно к этим классам Крафта, сильно угнетённые и повреждённые экземпляры непригодны для исследования. У редкостойных древостоев внутривидовая конкуренция за свет и питательные вещества значительно более ослаблена, чем в сомкнутых насаждениях. Направления, с которых берутся образцы древесины, не обязательно привязывать к сторонам света. Наша методика исследования была основана на этих методических предпосылках.

Для количественной характеристики годовых колебаний прироста древесных растений был привлечён наиболее часто используемый коэффициент чувствительности, введённый в дендрохронологию А. Е. Дугласом [10].

Для выявления влияния гелиофизических (солнечной активности), климатических и антропогенных факторов мы оперировали фактическими значениями радиального прироста как по каждому дереву (для выявления индивидуальной реакции), так и средними значениями по группе деревьев (для выявления групповой реакции или реакции насаждения). При этом особое внимание уделялось установлению связи максимальных и минимальных значений годового прироста с экстремумами различных изменяющихся факторов как одному из важнейших методов выявления связи между ними.

Разработанная и примененная методика исследования была ориентирована на использование полученной в результате полевых экспедиционных исследований следующей дендрометрической информации:

- максимального индивидуального радиального прироста за весь период роста дерева как показателя его потенциальных возможностей в нарастании стволовой массы,

- максимального годового (текущего) радиального прироста в конкретных погодных условиях его формирования,

- среднего радиального прироста одновозрастной серии (серийного) деревьев за текущий год как показателя ее годичной стволовой продуктивности,

- минимального индивидуального радиального прироста как показателя наибольшего угнетения дерева за весь период его роста,

- минимального годового (текущего) радиального прироста одновозрастной серии деревьев для выявления причин угнетения древостоя.

В соответствии с концепцией дендроклиматического мониторинга, включающей выбор объектов и организацию сети базовых, региональных и локальных тест-полигонов и мониторинговых участков [9], территория Беларуси рассматривалась нами в качестве базового тест-полигона для Атлантико-континентальной области лесов умеренного пояса в которой выбирались мониторинговые участки (тест-участки), необходимые для выполнения исследования.

### **Библиографические ссылки**

1. Русаленко, А.И. Годичный прирост деревьев и влагообеспеченность. / А.И. Русаленко. – Минск: Наука и техника, 1986. – 238 с.

2. Техногенное загрязнение лесных экосистем Беларуси / Е.Г. Бусько [и др.]. Под общ. ред. Е. А. Сидоровича. – Минск: Навука і тэхніка, 1995. – 319 с.

3. Gramer, H. Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Schadensperioden und Klimafactoren in mitteleuropäischen Forsten seit 1851 / H. Gramer, M. Gramer-Middendorf // Pflanzenschutz – Nachr. Bayer, 1984. – Vol. 37. – № 2. – С. 208–334.

4. Кулагин, Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 124 с.

5. Матюшевская, Е.В. Факторы изменчивости радиального прироста деревьев / Е.В. Матюшевская / Под общ. ред. В. Н. Киселева. – Минск: БГУ. 2017. 231 с.
6. Ловелиус, Н.В. Изменчивость прироста деревьев. / Н.В. Ловелиус. – Л.: Наука. 1979. – 230 с.
7. Хвойные леса Беларуси в современных климатических условиях. / В.Н. Киселев [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2010. – 202 с.
8. Пугачевский, А. В. Анализ структуры и динамики численности ценопопуляций ели в экосистемах южной тайги: Автореф. дис. ... канд. наук. / А.В. Пугачевский. – Минск, 1986. – 23 с.
9. Шиятов, С.Г. Методические основы организации системы дендроклиматического мониторинга в лесах азиатской части России / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов // Сибирский экол. журнал. 1998. Т. V, № 1. С. 31-38.
10. Douglass, A.E. Climatic cycles and tree growth. / A.E. Douglass // Wash. Publ., 1936. – Vol. 3. – 289 p.