

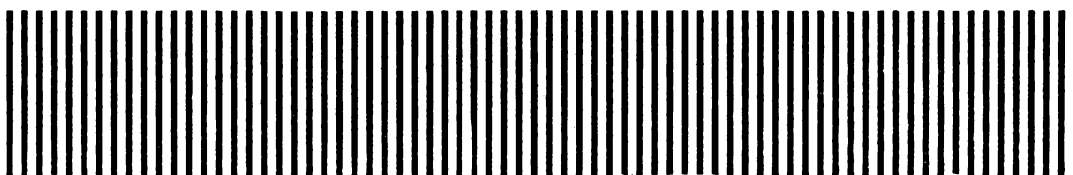
АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ЭКОЛОГИЯ

6

Ноябрь—декабрь

Издательство «Наука» 1975



УДК 58.056+581.14.143

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДЕРЕВЬЕВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ИХ МЕСТООБИТАНИЯ

Л. Г. Полозова, С. Г. Шиятов

Приводятся результаты количественного анализа связей между индексами ширины годичных колец лиственницы и ели, произрастающих вблизи полярной границы леса в различных типах условий местообитания, и некоторыми показателями термического режима вегетационного периода (сумма активных температур, средняя температура июля и др.). Показано, что для получения наиболее надежных дендроклиматологических рядов по лиственнице модельные деревья следует брать с сухих местообитаний, а по ели — с обильно и проточно увлажненных.

Связь между ходом климатических элементов и величиной годичного прироста древесных растений, произрастающих на полярной границе леса, изучалась многими авторами, особенно скандинавскими (Erlandsson, 1936; Eidem, 1942—43; Giddings, 1943; Hustich, 1945; Schove, 1950; Mikola, 1962). Они единодушно отмечают, что в условиях Крайнего Севера прирост древесины в основном зависит от термического режима вегетационного периода текущего года, а в некоторой степени и предшествующего. Положительная корреляция найдена между показателями годичного прироста древесины и средней температурой воздуха всех летних месяцев, но наиболее высокая связь между ними наблюдается в июле (коэффициент корреляции достигает $+0,7-0,8$). Достаточно высокая корреляция получена и с такими показателями, как средняя максимальная температура воздуха и сумма активных температур. Корреляция, как правило, увеличивается с уменьшением расстояния между районом сбора древесины и метеостанцией. Использование обобщенных дендроклиматологических рядов и исключение из рассмотрения вековых трендов также повышает корреляцию между рассматриваемыми величинами (Erlandsson, 1936; Schove, 1950).

Имея общее представление о характере влияния отдельных климатических элементов на годичный прирост деревьев, мы еще плохо знаем о том, как реагируют те или другие виды древесных растений на изменение климатической обстановки, в каких типах условий местообитания в максимальной степени проявляется лимитирующее влияние климатических факторов. Такие сведения необходимы для получения более надежных дендроклиматологических рядов.

В данной работе приводятся результаты анализа связей между индексами ширины годичных колец лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) и ели сибирской (*Picea obovata*), произрастающих вблизи полярной границы леса, и некоторыми показателями термического режима вегетационного периода. Для анализа было использовано шесть дендроклиматологических рядов, полученных на основе изучения годичных колец у ныне живущих старых деревьев в нижнем течении р. Таза (Приполярный район Западной Сибири), в 7—10 км к северу от пос. Сидоровск. Район взятия образцов древесины расположен в пределах южной части зоны лесотундры. Модельные деревья брали в трех типах условий местообитания: сухих, свежих, обильно и проточно увлажненных (табл. 1).

Обильно и проточно увлажненные местообитания приурочены к поймам рек и берегам ручьев. Они характеризуются богатыми аллювиальными почвами, низким уровнем вечной мерзлоты, кратковременным за-

Таблица 1

Краткая характеристика дендроклиматологических рядов

Тип условий местообитания	Лиственница			Ель		
	№ ряда	Протяженность, годы	Колич. использов. моделей, шт.	№ ряда	Протяженность, годы	Колич. использов. моделей, шт.
Обильно и проточно увлажненные . . .	1	1633—1969	29	4	1671—1969	21
Свежие	2	1624—1969	22	5	1675—1969	15
Сухие	3	1681—1969	22	6	1604—1969	22

топлением паводковыми водами, обильным и проточным увлажнением грунтов в течение большей части периода вегетации. На таких местообитаниях произрастают разнотравные редины из ели, лиственницы и березы.

Свежие местообитания расположены в средних и нижних частях пологих возвышений, а также в неглубоких западинах. Весной и во время обильных дождей грунты бывают переувлажнены. Почвы сравнительно богатые, подзолистого типа. Растения не испытывают недостатка в почвенной влаге. На свежих местообитаниях произрастают зеленомошные лиственнично-еловые редколесья.

Сухие местообитания встречаются лишь в верхних частях холмов, преимущественно на склонах южной экспозиции. Почвы бедные, слабо-развитые, их увлажнение происходит лишь за счет атмосферных осадков. В засушливые периоды растения испытывают недостаток почвенной влаги. Здесь произрастают лишайниковые лиственничные и елово-лиственничные редколесья.

Согласно схеме климатического районирования СССР (Алисов, 1969), район исследований расположен в континентальной области субарктического пояса, вблизи ее юго-западной границы. В пределах этой области нет метеостанций с длинными рядами наблюдений. Влижайшая станция Сидоровск (в 7—10 км от места сбора образцов древесины) имеет ряд наблюдений лишь с 1949 г.

Длинный ряд наблюдений (с 1881 г.) имеется по станции Туруханск, которая расположена в северо-восточной части континентальной Западно-Сибирской области умеренного пояса. Поскольку станции Сидоровск и Туруханск находятся вблизи границы, которая разделяет указанные выше климатические области, то между ними не должно быть значительных различий в характеристиках климата, особенно в их колебаниях от года к году. Так, за 20 лет (с 1949 по 1969 гг.) асинхронный ход изменения средней температуры июля на этих станциях наблюдался лишь дважды (в 1958 и 1960 гг.), несмотря на то что они удалены друг от друга примерно на 300 км.

При установлении дендроклиматических связей использовался в основном длинный ряд по Туруханску, в результате чего удалось получить более надежную корреляцию. Коэффициенты корреляции между средней температурой июля и обобщенными индексами прироста лиственницы и ели оказались соответственно равны $+0,56 \pm 0,07$ и $+0,58 \pm 0,07$ для Туруханска и $+0,52 \pm 0,18$ и $+0,51 \pm 0,18$ для Сидоровска. Несмотря на значительно большую удаленность Туруханска от

района сбора образцов древесины, коэффициенты корреляции в первом случае получились более высокими, а средняя квадратическая погрешность вдвое меньше.

Для оценки меры связи между дендроклиматологическими и климатическими рядами использовались коэффициенты синхронности и корреляции. Коэффициент синхронности показывает, какой процент отрезков сравниваемых кривых имеет одинаковый ход (Liese, 1970). Коэффициент корреляции характеризует тесноту линейной связи между двумя статистическими величинами. При вычислении коэффициента корреляции не производилось исключения вековых трендов из рассматриваемых рядов, хотя эта операция и увеличивает показатели связи (Erlandsson, 1936). Для анализа использовались такие характеристики термического режима, как сумма активных температур вегетационного периода, средняя температура июля, сумма средних суточных и максимальных температур различных градаций и их продолжительность, сумма средних декадных температур за период с 20 июня по 10 августа.

Прежде чем приступить к анализу связей между климатическими факторами и приростом деревьев, рассмотрим степень синхронности и сходства между дендроклиматологическими рядами лиственницы и ели трех типов местообитания (табл. 2).

Таблица 2

Показатели синхронности и корреляции между рассматриваемыми дендроклиматологическими рядами (номера рядов см. в табл. 1).

№ ряда	1	2	3	4	5
Коэффициент синхронности (1800—1969 гг.), %					
2	85	—	—	—	—
3	86	88	—	—	—
4	73	72	74	—	—
5	73	70	71	79	—
6	75	72	76	81	82
Коэффициент корреляции (1882—1969 гг.)					
2	+0,87±0,03	—	—	—	—
3	+0,88±0,03	+0,87±0,03	—	—	—
4	+0,63±0,07	+0,60±0,07	+0,72±0,06	—	—
5	+0,42±0,09	+0,61±0,07	+0,53±0,08	+0,70±0,06	—
6	+0,65±0,06	+0,69±0,06	+0,76±0,05	+0,82±0,04	+0,80±0,04

Как видно из табл. 2, между дендроклиматологическими рядами, полученными для разных древесных пород и разных типов условий местообитания, существует высокая степень синхронности и корреляции. Наиболее высокие показатели получены при сопоставлении рядов по одной древесной породе. Кроме того, ряды лиственницы различных местообитаний сходны между собой в большей степени, чем ели.

Из перечисленных выше характеристик термического режима наиболее высокую синхронность и корреляцию с индексами прироста дали средняя месячная температура июля и сумма средних декадных температур за период с 20 июня по 10 августа (табл. 3). У обобщенных рядов лиственницы и ели (все типы местообитания) связь индексов прироста с температурой июля примерно одинакова (коэффициент синхронности 74 и 75%, коэффициент корреляции 0,56 и 0,58). Но если проанализируем, как изменяются показатели связи в различных типах

Коэффициенты синхронности и корреляции между индексами прироста деревьев и характеристиками термического режима по ст. Туруханск

Характеристики термического режима	Листоветница						Ель					
	Типы условий местообитания											
	сухие	свежие	обильно и проточно увлажнен.	все типы	сухие	свежие	обильно и проточно увлажнен.	все типы	сухие	свежие	обильно и проточно увлажнен.	все типы
	Коэффициент синхронности, %											
Средняя температура июля за 1881—1969 гг.	75	72	69	74	74	72	80	75	74	72	80	75
Сумма средних декадных температур с 20/VI по 10/VIII за 1921—1969 гг.	73	73	77	79	77	81	77	83	77	81	77	83
	Коэффициент корреляции ($r \pm e$)											
Средняя температура июля за 1881—1969 гг.	+0,60±0,07	+0,49±0,08	+0,53±0,08	+0,56±0,07	+0,52±0,08	+0,40±0,09	+0,61±0,07	+0,58±0,07	+0,52±0,08	+0,40±0,09	+0,61±0,07	+0,58±0,07
Сумма средних декадных температур с 20/VI по 10/VIII за 1921—1969 гг.	+0,52±0,10	+0,41±0,12	+0,49±0,11	+0,48±0,11	+0,48±0,11	+0,36±0,12	+0,66±0,07	+0,56±0,10	+0,48±0,11	+0,36±0,12	+0,66±0,07	+0,56±0,10
Сумма средних суточных температур за 1921—1969 гг.:												
выше 5°	+0,22±0,14	+0,20±0,14	+0,27±0,13	+0,25±0,13	+0,18±0,14	+0,20±0,14	+0,32±0,13	+0,26±0,13	+0,18±0,14	+0,20±0,14	+0,32±0,13	+0,26±0,13
выше 10°	+0,39±0,12	+0,31±0,13	+0,42±0,12	+0,32±0,13	+0,31±0,13	+0,22±0,14	+0,42±0,12	+0,41±0,12	+0,31±0,13	+0,22±0,14	+0,42±0,12	+0,41±0,12
выше 15°	+0,48±0,11	+0,40±0,12	+0,43±0,12	+0,40±0,12	+0,43±0,12	+0,37±0,12	+0,64±0,08	+0,53±0,10	+0,40±0,12	+0,37±0,12	+0,64±0,08	+0,53±0,10
выше 20°	+0,33±0,13	+0,32±0,13	+0,34±0,13	+0,33±0,13	+0,34±0,13	+0,31±0,13	+0,42±0,12	+0,41±0,12	+0,33±0,13	+0,31±0,13	+0,42±0,12	+0,41±0,12

местообитания, то обнаружим существенную разницу. Наиболее высокую синхронность (75%) и корреляцию (0,60) лиственница показывает на сухих местообитаниях, в то время как ель — на обильно и проточно увлажненных (80% и 0,61). Самая низкая зависимость прироста деревьев от средней температуры июля получена для свежих местообитаний (как у лиственницы, так и у ели).

Для суммы средних суточных и декадных температур наблюдаются примерно такие же закономерности. В большинстве случаев максимальные значения коэффициента корреляции получены для лиственницы с сухих местообитаний, а для ели — с обильно и проточно увлажненных (табл. 3). Однако этому правилу не подчиняется изменение коэффициента синхронности. Наиболее высокая синхронность индексов прироста с суммой средних декадных температур с 20 июня по 10 августа наблюдается у обобщенных лиственных и еловых рядов.

Объяснение неодинаковой климатической значимости рядов в различных типах условий местообитания можно дать путем сопоставления эколого-биологических особенностей изученных видов древесных растений. Ель является более влаголюбивой породой и имеет поверхностную корневую систему. Поэтому она не испытывает дефицита влаги лишь в обильно и проточно увлажненных местообитаниях. Лиственница же имеет более глубокую корневую систему и более засухоустойчива, в связи с чем она обеспечена достаточным количеством влаги и на сухих местообитаниях. Более того, лиственница на переувлажненных местообитаниях, видимо, страдает от избытка влаги. Из этого следует, что при построении температурных дендроклиматологических рядов по полярной границе леса необходимо учитывать как влагообеспеченность местообитаний, так и эколого-биологические особенности древесных растений.

Для реконструкции климатических условий прошлого важно установить связь прироста деревьев с характеристиками термического режима за возможно более длительные отрезки времени — всего летнего сезона, вегетационного периода. Как показал расчет (табл. 3), корреляция уменьшается при снижении предела включаемых в сумму активных температур вегетационного периода (или суммы средних суточных температур). По коэффициентам корреляции отчетливо выделяется интервал наиболее активных температур¹ — от 15 до 20°. Как снижение (<10°), так и повышение (>20°) этих границ уменьшает связь с приростом. При этом оказывается, что особенно повышается связь с суммой температур выше 15° для ели, достигая значительной (0,64) в обильно и проточно увлажненных местообитаниях, в то время как для лиственницы в сухих местообитаниях связь умеренная (0,48).

Возникает вопрос, почему все же наиболее высокая корреляция получается со средней температурой июля, а не с суммой температур выше 15°? Здесь, по-видимому, играет роль не только величина суммы температур, но и непрерывность воздействия этого фактора (при наиболее высоком его уровне) на прирост растений. Июль же в континентальных условиях является основным месяцем вегетационного периода, когда наиболее вероятны длительные периоды со средней суточной температурой выше 15°.

В заключение следует подчеркнуть, что обобщенные ряды, то есть ряды, полученные путем объединения моделей со всех типов местооби-

¹ Аналогичные результаты получены Эрландссоном (Erlandsson, 1936) при исследовании связи прироста с числом дней с определенной максимальной температурой в Скандинавии.

тания, показывают довольно высокие значения коэффициента корреляции с температурой июля (от +0,56 до +0,58). Это говорит о том, что в зоне лесотундры для построения довольно надежных дендроклиматологических рядов можно брать модельные деревья в разных типах условий местообитания.

Сопоставление коэффициентов корреляции, полученных нами и другими исследователями, показывает, что наши коэффициенты не достигают значений, приводимых по другим районам. Видимо, это можно объяснить иными климатическими условиями, значительной удаленностью метеостанции от района сбора образцов древесины, а также тем обстоятельством, что не был исключен вековой тренд в исследованных рядах.

Таким образом, в районе Тазовой лесотундры дендроклиматологические ряды по ели и лиственнице отражают колебания термического режима самого теплого месяца (июля) и почти в той же мере самого теплого периода в данном районе (с третьей декады июля по первую декаду августа). Для получения наиболее надежных температурных рядов по лиственнице модельные деревья следует брать с сухих местообитаний, а по ели — с обильно и проточно увлажненных.

Главная геофизическая обсерватория
им. А. И. Воейкова
Институт экологии растений и животных
УНЦ АН СССР

Поступила в редакцию
10 марта 1975 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Алисов Б. П. Климат СССР, М., «Высшая школа», 1969.
- Eidem P. Über Schwankungen im Dickenwachstum der Fichte (*Picea abies*) in Selbu (63°N11°E), Norwegen. *Nytt Magazin for Naturvidenskapene* (Oslo), 1942—43, № 83.
- Erlandsson S. Dendro-chronological studies. *Stokholms Högskolas Geokronol. Inst., Data 23*, Uppsala, 1936.
- Giddings J. L. Some climatic aspects of tree growth in Alaska. *Tree-Ring Bull.*, 1943, 9, № 4.
- Hustich I. The radial growth of pine at the forest limit and its dependence on the climate. *Soc. Scientiarum Fennica, Comm. Biol.*, Helsinki, 1945, 9, № 11.
- Liese W. Einführung in die dendrochronologische Methode. *Mitt. Bundesforschungsanstalt für Forst-und Holzwirtschaft (Holzbiologie)*, Hamburg, 1970, 77.
- Mikola P. Temperature and tree growth near the northern timber line. In *Tree growth*. Ed. T. T. Kozłowski. N.-Y., Ronald Press Company, 1962.
- Schove D. J. Tree rings and summer temperatures A. D. 1501—1930. *Scottish Geogr. Mag.*, 1950, 66, № 1.