

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПАХ СЕВЕРА РОССИИ

Позднякова Е.А.<sup>1)</sup>, Кухта А.Е.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Россия 107258 Москва, ул. Глебовская д.20б, Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, KateMukudori@mail.ru

<sup>2)</sup> Россия 107258 Москва, ул. Глебовская д.20б, Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, anna\_koukhata@mail.ru

**Реферат.** Изучались параметры изменчивости линейного прироста подроста сосны обыкновенной *Pinus sylvestris L. var. nana Pall.* различных биотопов Печоро-Ильчского природного государственного заповедника, государственного природного заповедника «Кивач» и комплексного заказника «Полярный круг». Показано сходство амплитуд годичной вариабельности рядов индексов прироста сосны на всех трех ООПТ и разнонаправленность отклонений от многолетних трендов, что объясняется различием климатических и локальных условий произрастания.

**Ключевые слова.** Прирост, изменчивость, древостои, сосна.

## SCOTS PINE VARIABILITY IN DIFFERENT BIOTOPS OF NOTHERN RUSSIA

Pozdnyakova E.A.<sup>1)</sup>, Koukhata A.E.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS, 20B, Glebovskaya str., 107258 Moscow, Russia, KateMukudori@mail.ru

<sup>2)</sup> Institute of Global Climate and Ecology of Roshydromet and RAS, 20B, Glebovskaya str., 107258 Moscow, Russia, anna\_koukhata@mail.ru

**Abstract.** The linear increment variability parameters of *Pinus sylvestris L. var. nana Pall.* growing on sphagniopratum of Pechora-Ilych state nature reserve, Kivach state nature reserve and «Polar circle» natural area were studied. The similarity of increment index ranges annual variability amplitudes and their directionality difference on the three mentioned territories was shown. These facts are explained by the climate and local conditions difference.

**Keywords.** Increment, variability, forest stands, pine.

**Введение.** Фенотипическая изменчивость организмов представляет собой отклик на воздействия внешней среды и носит адаптивный характер. В лесных экосистемах данный вид изменчивости складывается из откликов на сигналы регионального и локального масштабов (Ваганов, Шашкин, 2000; Lovelius, 1997). Региональным масштабом характеризуются климатические факторы, единовременно оказывающие действие на большое количество разнообразных древостоев. Локальные факторы изменчивости подразделяются на биотические (ценотические), эдафические, микроклиматические и т.д.

Значительное число исследователей склоняется к тому, чтобы считать климатические факторы определяющими как параметры приростов отдельных деревьев, так и структуру биоценозов. Вместе с тем, существуют многочисленные исследования рассматривающие локальные условия в качестве основополагающих в отношении параметров роста древостоев (Румянцев, Мельник, 2009; Harrington, 1991). В этих работах показано, что приросты одних и тех же видов сильно варьируют от одного местообитания к другому, и это вполне согласуется с нашими предыдущими наблюдениями (Гитис, 2001). На различии морфологии представителей одного вида из несходных местообитаний основано выделение экотипов (Ваганов, Шашкин, 2000).

Целью данной работы являлся анализ зависимости параметров изменчивости линейных приростов сосны обыкновенной от региональных (климатических) и локальных факторов.

Сосна обыкновенная (*P. silvestris*) показывает широкий спектр внутривидовой изменчивости. Этот эврибионтный вид занимает территории с различными условиями увлажнения, температурными режимами, почвенным покровом (Рысин, 1975. Рысин, 1982). В данной работе были рассмотрены древостои сосны обыкновенной, произрастающие в однотипных экосистемах верховых болот (растительный покров представлен клюквой, миртом болотным, багульником, с доминированием сфагновых мхов) трех ООПТ севера Европейской территории РФ. На всех территориях измерялась сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L. *Var. Nana* Pall.) для исключения причин изменчивости, связанных с различием морфологии экологических групп (Сенников, 2005; Государственный заповедник Кивач, 2012; Беломорская биологическая станция им. Н.А.Перцова, 2000-2013].

### **Методика**

Исследования проводились на следующих ООПТ: в Государственном природном заповеднике «Кивач» (62°16' N, 33°58' E), в Комплексном заказнике «Полярный круг» (66°34' N, 33°08' E), а также в Печоро-Илычском государственном природном заповеднике (61°43' - 61°53' N; 56°52' -57°07' E). с 2000 по 2013 годы.

Объектом измерения служил подрост сосны, изучалась годичная изменчивость индексированных рядов линейных приростов стволиков. Ряды индексов приростов получались путем деления значения прироста каждого года на скользящее среднее по 5 годам. Эта процедура позволяет получить ряды отклонений от временного тренда для каждого года (вегетационного сезона). Абсолютные значения приростов на каждой пробной площади осреднялись. Затем полученные для каждой пробной площади ряды значений приростов группировались и осреднялись по типу местообитания (влажные, свежие, сухие – см. ниже). Полученные ряды значений индексировались.

Для измерений отбирались деревья не моложе 7 лет и не выше 2 м. На каждом дереве измерялись междоузлия стволика, начиная с верхнего и до последнего уверенно выделяемого по направлению к корню. Значения заносились в полевую ведомость в миллиметрах. Фиксировалась также высота дерева. Результаты измерений были внесены в базу данных, ведущуюся в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Всего было измерено более 300 деревьев. На каждой пробной площади измерялось по 5 деревьев.

На всех трех ООПТ измерения проводились во влажных, свежих и сухих местообитаниях. Типология местообитаний определялась согласно (Сукачев, 1972; Разумовский, 1981).

Влажные биотопы размещаются на самых нижних частях склонов, в межрядовых понижениях, по окраинам болот и озер, т. е. в местах с избыточным увлажнением. Влажными являются и скальные местообитания, образованные мелкими углублениями рельефа, в которых постоянно аккумулируется атмосферная влага, не имеющая стока из-за непроницаемости подстилающей поверхности. Здесь доминируют мхи-гигрофиты, преимущественно сфагновые; произрастают зеленые мхи, багульник, голубика, черника, брусника, вороника, морошка, клюква, сабельник, вахта, несколько видов осок. Свежие биотопы отмечены на ровных возвышенных плато и верхних частях склонов. Доминируют здесь сосняки брусничники. Средние и нижние части склонов занимают сосняки черничники. Напочвенный ярус образуют зеленые мхи-мезофиты, относящиеся в основном к родам плевроциум, гилокомиум и дикранум. Сухие биотопы располагаются на вершинах хорошо дренированных всхолмлений и гряд ледникового происхождения, а также древних наносных морских террасах. Наиболее типичным представителем данного вида местообитаний является сосняк скальный. Он распространен на почти лишенных почвенного покрова выходах горных пород (т.н. «китовые лбы»). Напочвенный покров здесь образуют преимущественно ягельные лишайники, в связи с чем такие боры называют беломошниками (<http://oopt.info/index.php?oopt>, <http://www.zapktivach.ru/>, <http://wsbs-msu.ru/>).

Исследование роли метеорологических факторов как сигнала, определяющего характер изменчивости прироста сосны, проводилось методом корреляционного анализа. Были рассмотрены ряды аномалий месячных сумм осадков за вегетационные сезоны (апрель – сентябрь) текущего (года проведения измерений) и предыдущего годов для всего периода наблюдений. Значимость осадков для формирования приростов древесных пород (особенно осадков предыдущего вегетационного сезона) неоднократно отмечалась ранее в литературе (Кухта, 2009; Рысин, 1975; Gavrikov, Karlin, 1993). Вовлечение в анализ метеорологических показателей предшествующего года необходимо, поскольку для прироста текущего года важны размер и качество почки возобновления, заложенной в предыдущем году, а также количество хвои прошлых лет, осуществляющей донорские функции по отношению к измеряемому побегу (Karlin, 1993). Использовались метеоданные метеостанций Государственного природного заповедника «Кивач», Печоро-Илычского государственного природного заповедника, а также режимной метеостанции Росгидромета «Кандалакша».

Изменчивость рядов приростов оценивалась по значениям стандартных отклонений. Статистическая обработка проводилась с помощью табличного процессора OpenOffice.org Calc и среды статистических вычислений R.

### Результаты

Величиной, характеризующей норму реакции сосны северной части Европейской территории РФ на воздействие региональных (климатических) факторов, по нашему мнению, является амплитуда годичной вариабельности рядов прироста. Для оценки этой величины были вычислены значения стандартных отклонений массивов данных по приростам сосны на трех рассматриваемых ООПТ. Результаты вычисления представлены в табл. 1. Для наглядности приведены стандартные отклонения не только для влажных, но и для сухих и свежих биотопов, т.е. для всех изученных типов местообитаний *P. silvestris*.

Таблица 1.

Показатели изменчивости прироста сосны на рассматриваемых ООПТ

ООПТ	Стандартное отклонение		
	Влажные биотопы	Свежие биотопы	Сухие биотопы
Печоро-Илычский заповедник	0,17	0,19	0,16
Заповедник «Кивач»	0,14	0,14	0,14
Заказник «Полярный Круг»	0,12	0,16	0,12

Результаты сравнения свидетельствуют, что полученные стандартные отклонения как во влажных, так и в сухих и свежих биотопах, сходны, а амплитуды вариабельности индексов приростов колеблются возле одних и тех же значений. Таким образом, размах вариации данных практически не различается, что свидетельствует о единообразии количественных параметров изменчивости древостоев сосны. При этом представляется вероятным, что отклонения от многолетнего тренда древостоев на исследуемых ООПТ будут разнонаправлены. Для проверки этого предположения был применен метод кластерного анализа (Кухта, 2009). Результаты его представлены на рис. 1.

На данном рисунке видно, что ряды приростов сосны заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг» не образуют самостоятельных кластеров. В то же время ряды приростов Печоро-Илычского заповедника представляют собой отдельный кластер, очевидно, формируясь под влиянием закономерностей, не наблюдаемых на первых двух ООПТ.

Для объяснения причин подобного несходства параметров роста рассмотрим климатические условия произрастания наблюдаемых биотопов. Печоро-Илычский заповедник находится в северо-восточной подобласти, Атлантико-континентальной лесной области умеренного пояса (Ш 9в); заповедник «Кивач» – на границе западной подобласти Атлантико-арктической области (Ш 8а) и северо-западной подобласти Атлантико-континентальной лесной области умеренного пояса (Ш 9а); заказник «Полярный круг» – в западной подобласти, Атлантико-арктической области умеренного пояса (Ш 8а). Таким образом, Печоро-Илычский заповедник расположен в иных, нежели заповедник «Кивач» и заказник «Полярный круг», климатических условиях. В то же время климатические условия двух последних ООПТ различаются несущественно.

Биогеографическая близость фитоценозов заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг» позволяет сделать предположение, что ряды их приростов могут иметь высокую степень сопряженности. Данная гипотеза была проверена методом корреляционного анализа, в ходе которого определялись коэффициенты корреляции осредненных по каждой ООПТ рядов индексированных приростов. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Степень сходства индексированных рядов линейного прироста подроста сосны на изучаемых ООПТ

№ пп	ООПТ	Коэффициент корреляции (уровень достоверности P=0,90)
------	------	---

1	Заказник «Полярный круг» - Печоро-Илычский заповедник	0,1
2	Заказник «Полярный круг» - заповедник «Кивач»	0,26
3	Печоро-Илычский заповедник - заповедник «Кивач»	-0,39

Как видно из таблицы 2, никакой значимой положительной зависимости между рядами приростов подроста сосны изучаемых ООПТ не обнаружено. Относительно близко географически произрастающие сосняки заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг» характеризуются практически полностью несхожими параметрами изменчивости по измеряемому признаку. Единственный значимый коэффициент корреляции получен для пары «Печоро-Илычский заповедник — заповедник «Кивач»» (Большев, Смирнов, 1983), и корреляция в данном случае получена отрицательная, что соответствует результатам кластерного анализа (рис. 1).

В качестве показателя сходства или различия откликов подроста сосны трех изучаемых ООПТ на климатические условия была рассмотрена степень зависимости рядов приростов от рядов сумм осадков вегетационного сезона (апрель-сентябрь). Для выявления значимых воздействий метеорологических параметров определялись корреляции между значениями приростов текущего года и суммами осадков предыдущего года. Это было необходимо потому, что для линейных приростов важны размер и качество почки возобновления, заложенной в предыдущем году (Karlin, 1993). В табл. 3 представлены результаты корреляционного анализа индексы рядов приростов трех исследуемых ООПТ и месячных сумм осадков вегетационного сезона предыдущего года.

Таблица 3.

Зависимость индексов прироста исследуемых ООПТ от сумм осадков вегетационного сезона предыдущего года

ООПТ	Коэффициент корреляции (уровень достоверности $P=0,90$ )
Заказник «Полярный круг»	-0,22
Печоро-Илычский заповедник	0,06
Заповедник «Кивач»	-0,54

Как видно из представленной таблицы, древостой трех ООПТ не показывают сходной сопряженности с количеством осадков. При этом следует отметить, что, судя по литературным данным, как правило, положительные аномалии количества осадков снижают численные значения приростов, произрастающих в условиях избыточного увлажнения древостоев сосны (Гитис, 2001). Значимая отрицательная зависимость получена лишь для рядов приростов Печоро-Илычского заповедника (Большев, Смирнов, 1983). Значимое отличие

рядов приростов этого заповедника от других исследуемых ООПТ можно было бы объяснить отличающимися климатическими условиями, сформировавшими данный экотип сосны. Несомненно, часть изменчивости (и отличия) объясняется именно климатическим фактором. Однако остается необъясненным различие откликов приростов заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг», находящихся практически в одной климатической подобласти, а ведь можно было бы ожидать, что параметры ходов роста деревьев одного вида, произрастающих в одних и тех же климатических подзонах, будут сходны.

Значимое отличие рядов приростов Печоро-Илычского заповедника от рядов приростов двух других ООПТ может иметь и экологические причины. Его фитоассоциации относятся к иной, нежели экосистемы заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг», флористической провинции — Урало-Западносибирская — Евроазиатской таежной хвойно-лесной области, что означает другой тип тайги, содержащей значительное количество сибирских элементов. В то же время экосистемы заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг» входят в Североевропейскую флористическую провинцию Евроазиатской таежной хвойно-лесной области. Подобное флористическое распределение объясняет значимое отличие вариабельности приростов Печоро-Илычского заповедника (но не проясняет несхожести приростов заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг»).

Объяснение несходства параметров изменчивости рядов приростов заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг», по нашему мнению, также лежит в области локальной изменчивости. Экосистемы изучаемых ООПТ относятся к разным подпровинциям (Валдайско-Онежская и Кольско-Печорская соответственно) Североевропейской флористической провинции Евроазиатской таежной хвойно-лесной области и, следовательно, их флористический состав и экологические характеристики различны, что не может не отразиться на характере биотических связей. Кроме того, огромную роль играют, как уже было сказано, характеристики почв, микроклиматические параметры и проч. Разделить последствия всех этих воздействий в природных условиях невозможно, т.к. растительность дает на них неспецифический отклик, носящий адаптивный характер.

Проведенные в древостоях подроста сосны болотной *Pinus sylvestris L. var. nana Pall.* Печоро-Илычского природного государственного заповедника, государственного природного заповедника «Кивач» и комплексного заказника «Полярный круг» исследования не показали сходного для всех древостоев характера годичной изменчивости рядов линейных приростов. Климатические и локальные причины изменчивости выступают по отношению друг к другу как маскирующие факторы, формируя т.н. "шум", затрудняющий выделение искомым взаимосвязей. Тем не менее, можно сделать вывод, что воздействие климатических факторов объясняет лишь часть вариабельности характеристик линейных приростов; не

менее значимой причиной изменчивости, по нашему мнению, являются локальные факторы, включающие биотические связи, а также микроклимат, гидрогеологические и эдафические условия.

## Список литературы

Алисов Б.П. 1956. Климат СССР. М.: Изд-во. Моск. ун-та, 128 с.

Большев Л. Н., Смирнов Н. В. 1983. Таблицы математической статистики. М.: Наука, 415 с.

Ваганов Е. А., Шашкин А. В. 2000. Рост и структура годичных колец хвойных. Новосибирск: «Наука», - 232 стр.

Гитис Л. Х. 2001. Кластерный анализ в задачах классификации, оптимизации и прогнозирования. Серия: Практическая статистика для горных инженеров. Издательство Московского государственного горного университета. 104 стр.

Кухта А.Е. 2009. Влияние температуры и осадков на годичный линейный прирост сосны обыкновенной на берегах Кандалакшского залива. В: Лесной вестник, Издательство МГУЛ, № 1(64), с. 61-67.

Разумовский С.М. 1981. Закономерности динамики биоценозов. Издательство «Наука». Москва. 231 стр.

Румянцев Д.Е., Мельник П.Г. 2009. Влияние экологических факторов на формирование технических свойств древесины ели в условиях Тверской области. Лесной журнал,- №2, с. 28-33.

Рысин Л.П. 1975. Сосновые леса европейской части СССР .М.: Наука, 212 с.

Рысин Л.П. 1982. Лесная типология в СССР. М.: Наука, 217 с.

Сенников А.Н. 2005. Фитогеографическое районирование Северо-запада Европейской части России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). Биогеография Карелии. Труды Карельского научного центра РАН. Выпуск 7. Петрозаводск, с. 206-243.

Сукачѳв В.Н. Избранные труды в трех томах / под ред. Е. М. Лавренко. — Л.: Наука. — Т. 1: Основы лесной типологии и биогеоценологии. — 1972. — 419 с.

Gavrikov V. L., Karlin I. V. 1993. A dynamic model of tree terminal growth // Can. J. For. res., vol. 23, pp. 326-329

Harrington C.A. 1991. Retrospective shoot growth analysis for three seed sources of loblolly pine. Canadian-Journal-of-Forest-Research. 21: 3, с. 306-317;

Lovelius N. V. 1997. Dendroindication of Natural Processes. St. Petersburg: "World & Family-95",– 319 p.

Сибирская флора: [электронный ресурс]. Ульяновск, 2005-2011. URL: <http://www.flora.sinbir.ru/doc/sosna.htm> (Дата обращения 03.05.2014).

ООПТ России: [электронный ресурс]. URL: <http://oort.info/index.php?oort> (Дата обращения 26.04.2014).

Государственный заповедник Кивач: [электронный ресурс]. 2012. URL: <http://www.zapktivach.ru/> (Дата обращения 18. 11. 2013).

Беломорская биологическая станция им. Н.А. Перцова. [электронный ресурс]. ББС МГУ , 2000-2013. URL: <http://wsbs-msu.ru/> (Дата обращения 02.08.2014)