

УДК 630*17+582,475+630*561.21

ТЮКАВИНА Ольга Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и защиты леса лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 41 научной публикации

ЛЕЖНЕВА Светлана Викторовна, аспирант кафедры физической географии и природопользования Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. Автор 20 научных публикаций

ЧЕРТЫ ЕДИНСТВА В ПРИРОСТЕ СОСНЫ ПРИ РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ В АРХАНГЕЛЬСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ

В статье приведены результаты измерений серий годичных колец, анализ величин прироста сосны, ее временной и пространственной изменчивости в разных условиях произрастания. Выявлены особенности формирования годичного прироста сосны в Архангельском лесничестве, произрастающей в четырех разных условиях увлажнения, определены годы с аномально большими и малыми условиями прироста. Обнаружено 19 совпадений прироста в различных типах лесорастительных условий за 75 лет, из них больше нормы девять (47 %), меньше – десять (52 %). Исследования межгодовых различий прироста годичных колец сосны выявили согласованность в многолетнем росте и одинаковый отклик на изменения условий среды. На неблагоприятные условия сосна в разных условиях произрастания реагирует более синхронно, чем на оптимальные. Выявлены даты внутривековых изменений прироста. Анализ распределения температуры с нарастающим итогом в годы с противоположными аномалиями показал, что накануне и в годы аномально малых приростов температуры выше, чем в годы максимальных приростов. Количество осадков максимально в годы, предшествующие максимальным приростам, в годы формирования минимальных приростов минимально в вегетационном периоде. Решающим фактором для развития радиального прироста является уровень солнечной активности предшествующего года. В годы заложения максимальных и минимальных радиальных приростов ее показатели отличаются незначительно. Солнечная активность оказывает большее влияние на прирост, чем прочие рассмотренные факторы. Различия в отношениях факторов накануне и в годы больших приростов к данным в годы с малым являются показателем их значимости для создания благоприятной или неблагоприятной среды для формирования аномального прироста.

Ключевые слова: *радиальный прирост, годичный прирост сосны, влияние факторов среды.*

Годичный прирост деревьев – сложный биологический процесс, зависящий от многих экзогенных и эндогенных факторов [1]. Закономерности изменчивости годичного прироста дерева обусловлены биологическими

особенностями пород, экологическими условиями места произрастания и изменчивостью комплекса климатических факторов [2]. Ретроспективный анализ изменения ширины годичного кольца в зависимости от экологической

обстановки позволяет вскрыть основы адаптационных механизмов повышения устойчивости деревьев как к локальным, так и глобальным изменениям среды и разработать принципы рационального природопользования. На Севере актуальность данных исследований возрастает. Это обусловлено высокой востребованностью северной древесины и климатозащитной функцией северных лесов.

Сосна является ведущей породой северного региона [3]. Многолетнюю динамику годичного прироста сосны на Севере изучали Г.Б. Гортинский [4, 5], П.А. Феклистов, В.Н. Евдокимов, В.М. Барзут [6, 7, 8], Н.А. Бабич [9], Н.В. Ловелиус [10, 11], В.Н. Прохоров [12], А.И. Тарасов [13], Л.В. Ипатов [14]. Исследованиями в настоящее время продолжают заниматься П.А. Феклистов, Н.В. Ловелиус, Р.В. Щекалев, С.Н. Тарханов, А.Н. Соболев и др. [2, 15, 16, 17, 18]. Несмотря на новый этап развития дендрохронологии, северные леса остаются малоизученными.

Цель наших исследований – проанализировать многолетнюю динамику прироста сосны (*Pinus sylvestris* L.) по диаметру в различных условиях произрастания, выявить черты единства и связь с факторами среды.

Задачи:

- 1) отобрать возрастные керны сосны в различных условиях произрастания;
- 2) изучить радиальный прирост в связи с климатическими факторами;

3) сравнить долговременные тренды в приросте по диаметру сосны при различных условиях произрастания.

Материалы и методы. Объектами исследований являлись чистые или с небольшой примесью березы и ели сосновые насаждения Архангельского лесничества. Пробные площади закладывали по общепринятым методикам [19, 20, 21]. Пробная площадь № 1 – сосняк черничный I стадии дигрессии, пробная площадь № 2 – сосняк черничный III стадии дигрессии, № 4 – сосняк кустарничково-сфагновый осушенный, № 5 – сосна на верховом болоте. Стадию дигрессии на пробной площади определяли по методике Казанской [22]. Согласно «Руководству по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга»¹ определяли степень ослабления насаждения. На всех пробных площадях методом случайной выборки из всех ступеней толщины пропорционально числу стволов в этой ступени подбирались 15 модельных деревьев для изучения радиального прироста. У модельных деревьев замерялись морфометрические характеристики (высота, диаметр, высота кроны, диаметр кроны, класс Крафта, категория состояния) и брались керны возрастным буром с северной стороны у шейки корня.

Все исследуемые насаждения относятся к категории здоровых, за исключением сосняка черничного III стадии дигрессии (табл. 1).

Таблица 1

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

№ ПП	Тип леса	Состав древостоя	Высота, м	Диаметр, см	Возраст, лет	Отн. полнота	Стадия дигрессии
1	Сосняк черничный	9С1Е+Б	22	23	152	0,70	I
2	Сосняк черничный	8С2Е+Б	22	24	110	0,57	III
4	Сосняк кустарничково-сфагновый осушенный	9С1Б	16	18	75	0,65	I
5	Сосна по верховому болоту	10С	10	15	230	0,30	I

¹Приложение 1. Руководство по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга // Об утверждении методических документов: Приказ Министерства природных ресурсов РФ № 523 от 29 декабря 2007 года.

БИОЛОГИЯ

Индекс состояния насаждения в сосняке черничном I стадии дигрессии составляет 1,3; в сосняке черничном III стадии дигрессии – 1,6; в сосняке кустарничково-сфагновом осушенном – 1; у сосны по болоту – 1,1.

Определение ширины годичного слоя проведено полуавтоматическим комплексом для распознавания годичных колец «Линтаб-6» с точностью $\pm 0,01$ мм. Всего было измерено 5872 годичных кольца. В программе «TSAP-Win» совместимость хронологии составляла более 60 %, что позволяет использовать данные для дальнейшего анализа. Из полученных индивидуальных серий прироста в каждом типе леса выбиралось 10 наиболее старовозрастных деревьев, по ним получены обобщенные данные, представленные в табл. 2–5. Серия годичных колец сосны на болоте имеет наиболь-

шую продолжительность 230 лет (1782–2012 годы), в черничниках I и III стадии дигрессии – 152 года (1860–2012 годы) и 110 лет (1905–2012 годы) соответственно, в кустарничково-сфагновом типе леса – 75 лет (1937–2013 годы).

Результаты. Измерения кернов сосны дали возможность определить межгодовую и многолетнюю изменчивость прироста деревьев в районе исследований. Абсолютные значения позволяют проследить параллельность хода прироста отдельных деревьев и установить диапазон колебаний прироста. Так, в черничном сосняке I стадии дигрессии он составляет 1,61 мм (0,55–2,16 мм), III стадии дигрессии – 1,65 мм (0,06–1,71 мм), кустарничково-сфагновом – 2,65 мм (0,60–3,25 мм), на верховом болоте – 1,23 мм (0,08–1,31 мм) (табл. 2–4).

Таблица 2

ВЕЛИЧИНА ПРИРОСТА СОСНЫ I СТАДИИ ДИГРЕССИИ В ЧЕРНИЧНИКЕ

Годы	Прирост модельных деревьев, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1900	–	–	–	–	0,90	0,73	1,17	0,88	1,05	0,98
1910	0,92	0,96	1,28	1,24	1,42	1,40	1,20	1,13	1,38	1,80
1920	2,16	2,16	2,01	1,88	1,54	1,19	1,22	1,11	1,24	1,18
1930	1,17	1,30	1,27	1,18	1,09	1,18	1,09	1,31	1,39	1,48
1940	1,07	0,92	0,98	1,07	1,14	1,22	1,21	1,18	1,38	1,32
1950	1,18	1,09	1,11	1,27	1,27	1,32	1,37	1,15	1,08	1,02
1960	1,03	0,93	0,91	0,98	1,03	1,05	0,95	0,90	0,85	0,91
1970	0,81	0,75	0,84	0,91	0,99	0,90	1,06	0,82	1,01	0,92
1980	0,87	0,84	0,90	1,02	0,87	0,69	0,77	0,96	0,81	0,67
1990	0,71	0,72	0,59	0,55	0,82	0,93	0,95	1,07	0,89	1,00
2000	0,85	0,77	0,96	0,89	1,00	0,82	0,92	1,00	0,91	1,17
2010	0,89	0,61	0,96	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 3

ВЕЛИЧИНА ПРИРОСТА СОСНЫ III СТАДИИ ДИГРЕССИИ В ЧЕРНИЧНИКЕ

Годы	Прирост модельных деревьев, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1850	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,09
1860	0,09	0,08	0,07	0,06	0,08	0,07	0,08	0,08	0,44	0,35
1870	0,59	0,31	0,29	0,27	0,36	0,47	0,62	0,61	0,41	0,33
1880	0,70	0,82	0,69	0,75	1,08	0,67	0,53	0,59	0,76	0,85
1890	1,05	0,87	0,96	0,69	0,69	0,78	0,74	0,78	0,69	0,86
1900	0,95	0,82	0,63	0,73	0,82	0,80	0,82	0,78	0,81	0,67
1910	0,69	0,64	0,69	0,78	0,93	0,96	1,01	0,79	0,77	0,64
1920	0,74	0,84	1,03	1,32	1,36	1,07	1,18	0,92	0,99	1,04
1930	1,11	1,12	1,24	1,33	1,06	1,18	1,17	1,28	1,34	1,59
1940	1,55	1,36	1,32	1,23	1,30	1,19	1,29	1,24	1,34	1,39
1950	1,32	1,31	1,40	1,71	1,62	1,38	1,63	1,47	1,41	1,38
1960	1,22	1,06	1,04	1,02	1,02	1,15	1,08	0,94	0,81	0,86
1970	0,93	0,75	0,84	0,84	0,90	0,91	0,93	0,88	0,95	0,97
1980	1,06	1,09	1,10	1,23	1,04	0,89	0,92	0,76	0,93	1,30
1990	1,09	0,98	1,02	0,81	0,93	1,11	1,31	1,37	1,15	1,39
2000	1,22	1,05	1,17	1,23	1,23	1,05	1,12	1,24	1,35	1,53
2010	1,37	0,89	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 4

ВЕЛИЧИНА ПРИРОСТА СОСНЫ В ОСУШЕННОМ ТИПЕ ЛЕСА

Годы	Прирост модельных деревьев, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1930	–	–	–	–	–	–	1,02	1,92	3,25	2,86
1940	2,94	2,67	2,14	1,88	2,18	1,99	1,69	1,82	1,94	1,71
1950	1,27	1,22	1,41	1,46	1,48	1,29	1,24	1,03	0,74	0,81
1960	0,67	0,75	0,74	0,70	0,73	0,72	0,71	0,77	0,60	0,72

БИОЛОГИЯ

Окончание табл. 4

Годы	Прирост модельных деревьев, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1970	0,74	0,78	0,89	1,08	1,41	1,40	1,71	1,74	1,64	1,79
1980	1,81	1,91	2,04	2,40	2,04	2,03	1,88	1,93	1,84	1,84
1990	1,80	2,02	2,43	2,30	2,27	3,12	2,70	2,89	2,37	2,56
2000	2,59	2,45	2,71	3,03	2,66	2,46	2,05	2,24	2,18	2,64
2010	2,70	2,23	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 5

ВЕЛИЧИНА ПРИРОСТА СОСНЫ НА ВЕРХОВОМ БОЛОТЕ

Годы	Прирост модельных деревьев, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1780	–	0,77	0,65	0,64	0,35	0,24	0,29	0,35	0,36	0,29
1790	0,36	0,32	0,41	0,28	0,34	0,32	0,28	0,22	0,13	0,17
1800	0,15	0,36	0,26	0,31	0,19	0,17	0,15	0,24	0,21	0,14
1810	0,20	0,19	0,19	0,09	0,14	0,08	0,31	0,18	0,35	0,26
1820	0,21	0,16	0,22	0,28	0,22	0,31	0,16	0,13	0,13	0,12
1830	0,16	0,14	0,16	0,14	0,16	0,15	0,21	0,21	0,27	0,24
1840	0,26	0,22	0,32	0,35	0,34	0,27	0,24	0,37	0,36	0,32
1850	0,29	0,23	0,18	0,24	0,22	0,26	0,30	0,32	0,27	0,28
1860	0,22	0,17	0,20	0,22	0,23	0,40	0,48	0,34	0,37	0,34
1870	0,32	0,28	0,37	0,35	0,37	0,36	0,46	0,38	0,38	0,40
1880	0,33	0,27	0,24	0,25	0,19	0,24	0,36	0,41	0,43	0,35
1890	0,34	0,40	0,34	0,39	0,38	0,28	0,26	0,23	0,19	0,23
1900	0,25	0,27	0,31	0,22	0,28	0,27	0,20	0,18	0,15	0,17
1910	0,12	0,18	0,22	0,21	0,20	0,20	0,17	0,17	0,15	0,17
1920	0,19	0,19	0,26	0,31	0,22	0,19	0,23	0,21	0,21	0,32
1930	0,42	0,74	0,67	0,59	0,46	0,42	0,37	0,59	0,72	0,64

Окончание табл. 5

Годы	Прирост модельных деревьев, мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1940	0,80	0,56	0,59	0,55	0,49	0,44	0,42	0,41	0,37	0,36
1950	0,31	0,28	0,27	0,31	0,28	0,29	0,27	0,31	0,31	0,26
1960	0,30	0,32	0,34	0,35	0,30	0,29	0,31	0,32	0,28	0,36
1970	0,40	0,59	0,80	0,88	1,31	1,07	1,04	1,00	0,94	0,75
1980	0,72	0,72	0,68	0,65	0,63	0,71	0,76	0,83	0,85	0,85
1990	0,76	0,88	0,77	0,71	0,67	0,73	0,68	0,82	0,77	0,84
2000	0,75	0,57	0,59	0,59	0,57	0,49	0,51	0,51	0,59	0,59
2010	0,55	0,42	–	–	–	–	–	–	–	–

Для приведения абсолютных значений прироста к сопоставимому виду и нивелирования «кривой большого роста» проводилось нормирование от 10-летней календарной нормы. На рис. 1, 2 представлены дендрограммы в индексированных значениях.

Дендрограммы каждого типа леса сравнивались графически для выявления параллель-

ности в изменении прироста, а затем для более объективной оценки для них рассчитывались коэффициенты синхронности по формуле:

$$K = \frac{\sum_1^n |A + B|^+}{\sum_1^n |A| + |B|}$$



Рис. 1. Дендрограмма прироста сосны в черничнике I и III стадии дигрессии, %

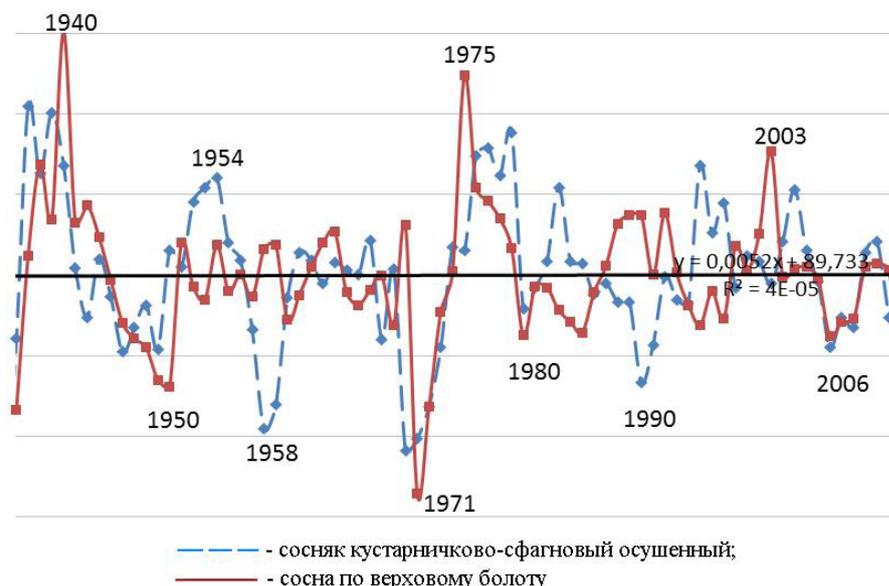


Рис. 2. Дендрограмма прироста сосны в кустарничково-сфагновом осушенном лесу и по болоту, %

где A – разница в величине прироста между соседними годами в одном ряду; B – разница в величине прироста между соседними годами в другом ряду; $|A+B|^{+}$ – «вес» однонаправленных интервалов, обе разности с одним знаком; $|A|+|B|$ – общий «вес» всех интервалов, сумма абсолютных величин всех разностей [23].

Наибольший коэффициент синхронности прироста отмечается в сосняках черничных разной стадии дигрессии (табл. 6), наимень-

ший – у сосны по болоту и в сосняке черничном III стадии дигрессии. В целом коэффициенты синхронности невысокие, что связано с различными условиями произрастания.

Несмотря на выявленные различия, для всех пробных площадей были выбраны даты с одинаковыми отклонениями более 100 % и менее 99 % на всех пробных площадях. Выявлено 19 совпадений прироста за 75 лет (27 %) из них больше нормы – 9 (47 %), меньше – 10 (52 %) (табл. 7). Анализ роста сосны дал возможность выявить даты внутривековых изменений прироста.

Серии годовых колец использованы нами для определения влияния факторов среды на межгодовую и внутривековую изменчивость роста деревьев. Для лет с синхронным аномально малым и большим приростом на четырех пробных площадях проведены выборки средних месячных значений температуры, осадков и солнечной активности. Более полное представление о значении факторов наблюдается при их анализе за 24 месяца: накануне и в годы аномалий.

Таблица 6

КОЭФФИЦИЕНТ СИНХРОННОСТИ ПРИРОСТА В РАЗНЫХ ТИПАХ ЛЕСА

Пробные площади	ПП 1	ПП 2	ПП 4	ПП 5
ПП 1	1	–	–	–
ПП 2	0,77	1	–	–
ПП 4	0,66	0,66	1	–
ПП 5	0,62	0,51	0,68	1

ГОДЫ АНОМАЛЬНО БОЛЬШИХ И МАЛЫХ ПРИРОСТОВ СОСНЫ

Годы максимальных приростов	Величина прироста, мм				Годы минимальных приростов	Величина прироста, мм			
	ПП 1	ПП 2	ПП 4	ПП 5		ПП 1	ПП 2	ПП 4	ПП 5
1939	111,26	107,82	142,15	127,59	1937	87,66	94,60	44,65	66,54
1940	118,41	127,88	125,38	113,94	1960	86,00	94,46	67,70	88,77
1954	106,76	116,86	121,77	107,43	1969	89,33	79,47	84,11	87,50
1975	110,04	100,96	106,94	149,64	1972	82,72	84,77	59,35	67,18
1977	117,59	104,10	129,78	118,39	1994	67,40	72,66	93,97	92,55
1979	112,04	106,24	124,77	106,75	2002	83,32	86,10	97,89	99,50
1998	130,29	122,57	117,97	107,24	2006	88,05	86,27	98,41	84,76
2000	121,05	124,27	104,77	110,25	2007	99,46	91,60	82,06	88,40
2010	125,83	125,26	105,65	102,79	2012	67,00	73,21	89,58	77,82
Средняя	117,03	115,11	119,91	116,00	Средняя	83,44	84,79	79,75	83,67

Анализ распределения температуры с нарастающим итогом в годы с противоположными аномалиями (рис. 3) показал, что накануне и в годы аномально малых приростов темпера-

туры выше, чем в годы максимальных приростов. Для лучшего развития сосен (максимальных приростов) сумма средних температур не должна превышать $+25^{\circ}\text{C}$, причем суммарная

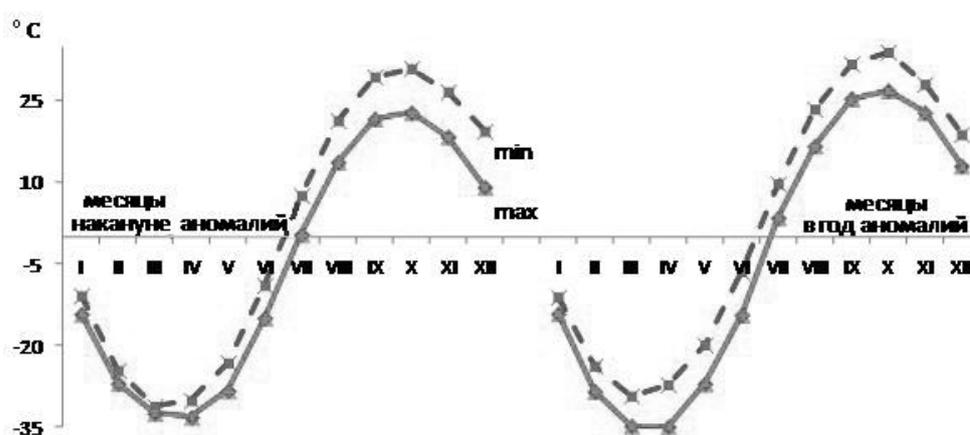


Рис. 3. Температура воздуха нарастающим итогом накануне и в годы максимальных (max) и минимальных (min) приростов сосны

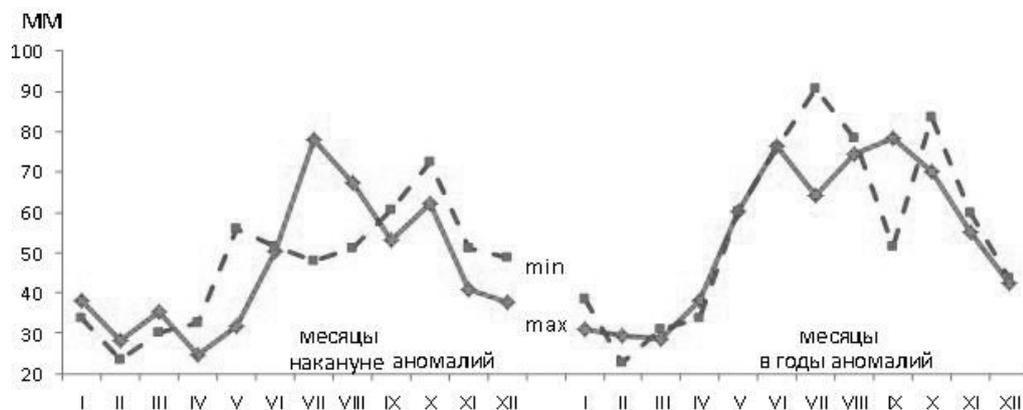


Рис. 4. Количество осадков накануне и в годы максимальных (max) и минимальных (min) приростов

отрицательная температура в зимний период не сказывается на радиальном приросте деревьев.

Особенности распределения осадков накануне аномально больших приростов сосны отчетливо проявляются в июле (рис. 4). Их повышенное количество благоприятно для крупного прироста следующего года. Внутригодовое распределение осадков в годы, благоприятные для роста, отличается их большим количеством в феврале, с апреля по июнь и в сентябре. Учитывая, что в период интенсивной работы камбия (конец мая, июнь) количество осадков в годы максимальных и минимальных приростов

находилось на одном уровне, обращаем внимание на июль. Именно в этот месяц отмечаются существенные различия в количестве осадков. В годы, предшествующие максимальным приростам, количество осадков максимально, в годы формирования максимальных приростов минимально в вегетационном периоде. В первом случае, вероятно, условия благоприятны для заложения почек, отвечающих за развитие ассимиляционного аппарата, во втором случае пониженная температура июля создает благоприятные условия для интенсивного прироста поздней древесины.

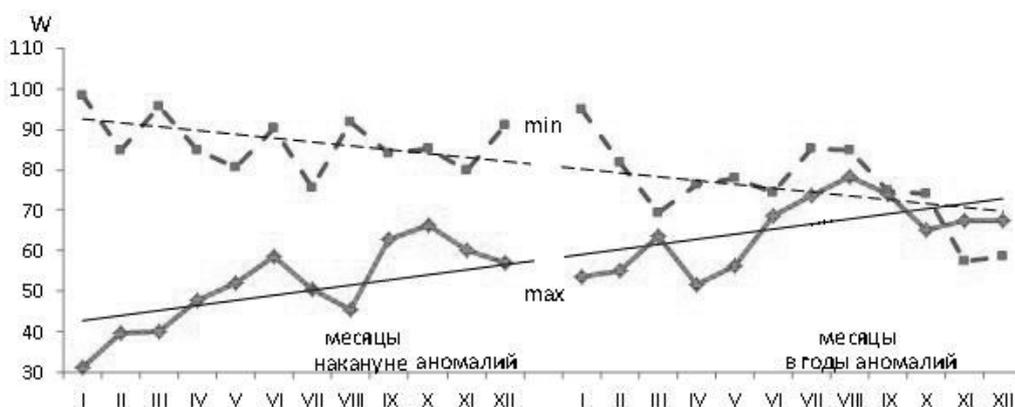


Рис. 5. Солнечная активность накануне и в годы максимальных (max) и минимальных (min) приростов сосны

Изменения температуры и количества осадков происходят на фоне изменения характеристик солнечной активности. Значения чисел Вольфа были проанализированы по той же методике, что и локальные факторы (рис. 5). Накануне и в годы максимальных приростов сумма чисел Вольфа ниже, чем накануне и в годы минимальных приростов.

Солнечная активность в годы заложения максимальных и минимальных радиальных приростов была практически на одном уровне, различия данного показателя в вегетационный период – до 11 % (рис. 5). В годы, предшествующие минимальным и максимальным приростам, различия между показателями солнечной активности составляют от 33 до 53 %. Следовательно, решающим фактором для развития радиального прироста является уровень солнечной активности предшествующего года. В годы повышенной солнечной активности закладывается больше генеративных почек, кото-

рые на следующий год используют пластические вещества дерева, снижая таким образом радиальный прирост.

Различия между отношениями факторов накануне и в годы больших приростов к данным в годы с малыми приростами могут служить показателем их значимости в создании благоприятной или неблагоприятной среды для формирования аномального прироста. Расчеты этих отношений в годовом исчислении приведены в табл. 8. Диапазон колебаний внутригодовых различий в таком построении дает возможность проследить, в какие месяцы накануне и в годы аномалий имеет преобладающее значение сочетание факторов.

Средние годовые характеристики позволяют сделать вывод о незначительном влиянии температуры (93–94 %) и осадков (100 %). Высокие значения солнечной активности характерны для лет с малым приростом, это нашло отражение в показателях солнечной активност-

Таблица 8

**ОТНОШЕНИЯ ФАКТОРОВ В ГОДЫ МАКСИМАЛЬНЫХ ПРИРОСТОВ
К ГОДАМ МИНИМАЛЬНОГО ПРИРОСТА, %**

Фактор среды	Месяцы												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Температура накануне аномалий	131,6	92,6	82,9	67,4	70,8	93,9	93,2	96,4	98,8	72,4	102,0	127,9	94,1
Температура в год аномалий	127,6	113,1	114,7	7,2	108,6	94,1	110,4	96,3	104,5	67,2	67,9	106,6	93,1
Осадки накануне аномалий	113,3	120,9	117,0	75,4	56,6	97,7	162,2	131,5	88,0	85,9	80,0	77,1	100,4
Осадки в год аномалий	81,1	130,2	91,6	113,4	100,2	100,5	70,8	94,8	152,2	84,0	92,6	97,4	100,7
Солнечная активность накануне аномалий, W	31,6	46,6	41,8	56,1	64,4	65,1	66,8	49,4	74,8	77,9	75,0	62,6	59,3
Солнечная активность в год аномалий, W	56,4	67,4	91,9	67,5	72,3	91,8	86,8	92,1	98,6	88,1	117,8	115,3	87,1

Примечание. Жирным шрифтом выделены максимальные и минимальные значения.

сти: накануне – 59 %, в годы аномалий – 87 %. Амплитуда 28 % говорит о том, что влияние солнечной активности увеличивается.

Заключенее. В результате исследования прироста сосны, произрастающей в разных условиях увлажнения, выявлены годы с аномально большими и малыми условиями прироста. Исследования межгодовых различий прироста годичных колец сосны в че-

тырех типах леса выявили согласованность в многолетнем ходе и одинаковый отклик на изменения условий среды. На неблагоприятные условия сосна в разных условиях произрастания реагирует синхроннее, чем на оптимальные. Установлено, что солнечная активность оказывает большее влияние на формирование прироста, чем региональные факторы.

Список литературы

1. Русаленко А.И. Годичный прирост деревьев и влагообеспеченность. Мн., 1986. 238 с.
2. Щекалев Р.В., Тарханов С.Н. Радиальный прирост и качество древесины сосны обыкновенной в условиях атмосферного загрязнения. Екатеринбург, 2006. 126 с.
3. Синадский Ю.В. Сосна. Ее вредители и болезни. М., 1983. 344 с.
4. Гортинский Г.Б., Евдокимов В.Н., Феклистов П.А. Об экологических факторах, определяющих многолетнюю динамику годичного прироста в сосняках Европейского Севера // Экология и защита леса. Л., 1981. С. 12–16.
5. Гортинский Г.Б. Погодичная динамика первичной продукции веществ в биогеоценозах еловых лесов Европейской части СССР // Изучение таежной биоты. Проблемы и перспективы. Иркутск, 1973. С. 81–85.
6. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Барзут В.М. Закономерности в динамике радиального прироста хвойных на Севере // Проблемы повышения продуктивности лесов и перехода на непрерывное рациональное лесопользование в свете решений XXIV съезда КПСС: тез. докл. Всесоюзн. конф. Архангельск, 1983. С. 178–180.
7. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н. К вопросу о влиянии метеорологических факторов на годичный прирост в северной подзоне тайги // Экология и защита леса. Л., 1983. С. 11–14.
8. Феклистов П.А., Барзут В.М. Цикличность радиального прироста сосны и ели на Европейском Севере // Экология и защита леса. Л., 1985. С. 24–28.
9. Бабич Н.А., Прохоров В.П., Феклистов П.А. Прирост по диаметру культур сосны в условиях средней подзоны тайги // IX симпозиум «Биологические проблемы Севера»: тез. докл. Сыктывкар, 1981. Ч. 1. С. 143–146.
10. Ловелиус Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий. Л., 1979. 232 с.
11. Ловелиус Н.В., Ермолин Б.В. К анализу прироста сосны обыкновенной в северной подзоне тайги Европейского Севера // Природные условия и ресурсы Севера Европейской части СССР. Вологда, 1975. С. 118–122.
12. Прохоров В.Н., Бабич Н.А., Феклистов П.А. Влияние температуры воздуха и осадков на прирост сосны по высоте в условиях средней подзоны тайги Европейского Севера // Лесн. журн. 1984. № 2. С. 120–122.
13. Тарасов А.И. Дендроклиматическая характеристика фитоценологических и возрастных групп ельника черничника северной тайги (Архангельская область) // Материалы Всесоюзного совещания – научной конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии. Вильнюс, 1968. С. 125–129.
14. Ипатов Л.В. Строение и рост культур сосны на Европейском Севере. Архангельск, 1974. 107 с.
15. Ловелиус Н.В., Соболев А.Н. Изменение прироста деревьев и элементов климата на Соловецком архипелаге // Общество. Среда. Развитие. 2010. № 3. С. 257–262.
16. Ловелиус Н.В., Соболев А.Н., Феклистов П.А. Черты единства в приросте сосны и ели на Соловецком архипелаге и факторы среды // Общество. Среда. Развитие. 2012. № 4. С. 262–267.
17. Феклистов П.А., Евдокимов В.Н., Барзут В.М. Биологические и экологические особенности роста сосны в северной подзоне Европейской тайги. Архангельск, 1997. С. 140.

18. Феклистов П.А., Соболев А.Н. Лесные насаждения Соловецкого архипелага (структура, состояние, рост). Архангельск, 2010. 201 с.
19. Гусев И.И., Калинин В.И. Лесная таксация: учеб. пособие к проведению полевой практики. Л., 1988. 61 с.
20. ГОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Введ. 01-01-84. М., 1984. 60 с.
21. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М., 1961. 144 с.
22. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфёнин Н.Н. Рекреационные леса. М., 1977. 96 с.
23. Феклистов П.А. К методике установления сходства дендрохронологических рядов // Дендроклиматические исследования в СССР: тез. докл. III Всесоюз. конф. Архангельск, 1978. С. 71–72.

References

1. Rusalenko A.I. *Godichnyj prirost derev'ev i vlogoobespechennost'* [Annual Growth of Trees and Available Moisture]. Minsk, 1986. 238 p.
2. Shchekalyov R.V., Tarkhanov S.N. *Radial'nyj prirost i kachestvo drevesiny sosny obyknovennoj v usloviyah atmosfernogo zagryaznenija* [Radial Amount of Growth and Wood Quality of Scots Pine in the Conditions of Atmospheric Pollution]. Yekaterinburg, 2006. 126 p.
3. Sinadsky Yu.V. *Sosna. Ee vrediteli i bolezni* [Pine. Its Pests and Diseases]. Moscow, 1983. 344 p.
4. Gortinsky G.B., Evdokimov V.N., Feklistov P.A. Ob jekologicheskikh faktorah, opredel'jajushhih mnogoletnjuju dinamiku godichnogo prirosta v sosnjakah Evropejskogo Severa [On the Environmental Determinants of Long-Term Dynamics of Annual Growth in the Pine Forests of the European North]. *Ekologiya i zashchita lesa*, 1981, pp. 12–16.
5. Gortinsky G.B. Pogodichnaja dinamika pervichnoj produkcii veshhestv v biogeocенозах elovyh lesov Evr. chasti SSSR [Year Dynamics of Primary Production of Substances in Ecosystems of Spruce Forests in the European Part of the USSR]. *Izuchenie taezhnoj bioty. Problemy i perspektivy* [The Study of Taiga Biota. Problems and Prospects]. Irkutsk, 1973, pp. 81–85.
6. Feklistov P.A., Evdokimov V.N., Barzut V.M. Zakonomernosti v dinamike radial'nogo prirosta hvojnnyh na Severe [Regularities in the Dynamics of Radial Growth of Conifers in the North]. *Problemy povyshenija produktivnosti lesov i perehoda na nepreryvnoe racional'noe lesopol'zovanie v svete reshений XXIV s'ezda KPSS: tez. dokl. Vsesojuzn. konf.* [Problems of Increasing of Forest Productivity and Continuous Transition to Sustainable Forest Management in the Context of the Decisions of the XXIV Congress of the CPSU: Outline Reports of the All-Union Conf]. Arkhangel'sk, 1983, pp. 178–180.
7. Feklistov P.A., Evdokimov V.N. K voprosu o vlijanii meteorologicheskikh faktorov na godichnyj prirost v severnoj podzone tajgi [On the Influence of Meteorological Factors on the Annual Increment in the Northern Taiga Subzone]. *Ekologiya i zashchita lesa*, 1983, pp. 11–14.
8. Feklistov P.A., Barzut V.M. Ciklichnost' radial'nogo prirosta sosny i eli na Evropejskom Severe [Cyclical Nature of Radial Growth of Pine and Spruce in the European North]. *Ekologiya i zashchita lesa*, 1985, pp. 24–28.
9. Babich N.A., Prokhorov V.P., Feklistov P.A. Prirost po diametru kul'tur sosny v usloviyah srednej podzony tajgi [Increase in the Diameter of Pine in a Middle Subzone of the Taiga]. *IX simpoz. «Biologicheskie problemy Severa»: tez. dokl.* [The IX Symp. "Biological Problems of the North": Outline Reports]. Syktyvkar, 1981, Part 1, pp. 143–146.
10. Lovelius N.V. *Izmenchivost' prirosta derev'ev. Dendroindikacija prirodnyh processov i antropogennyh vozdeystvij* [Variability of Tree Growth. Dendroindication of Natural Processes and Anthropogenic Impacts]. Leningrad, 1979. 232 p.
11. Lovelius N.V., Ermolin B.V. K analizu prirosta sosny obyknovennoj v severnoj podzone tajgi Evropejskogo Severa [Analysis of Growth of Scots Pine in the Northern Taiga Subzone of the European North]. *Prirodnye uslovija i resursy Severa Evropejskoj chasti SSSR* [Environment and Resources of the North of the European Part of the USSR]. Vologda, 1975, p. 118–122.
12. Prokhorov V.N., Babich N.A., Feklistov P.A. Vlijanie temperatury vozduha i osadkov na prirost sosny po vysote v usloviyah srednej podzony tajgi Evropejskogo Severa [Influence of Temperature and Precipitation on Pine Height Growth in the Middle Taiga Subzone of the European North]. *Lesnoj zhurnal*, 1984, no. 2, pp. 120–122.

13. Tarasov A.I. Dendroklimaticeskaja harakteristika fitocenoticheskikh i vozrastnyh grupp el'nika chernichnika severnoj tajgi (Arhangel'skaja oblast') [Dendroclimatic Characteristics of Phytocenotic and Age-Grade Groups of Myrtillus Spruce of the Northern Taiga (Arkhangelsk Region)]. *Materialy Vsesojuznogo soveshhanija – nauchnoj konferencii po voprosam dendrohronologii i dendroklimatologii* [Proc. All-Union Conf. on Dendrochronology and Dendroclimatology]. Vilnius, 1968, pp. 125–129.
14. Ipatov L.V. *Stroenie i rost kul'tur sosny na Evropejskom Severe* [Structure and Growth of Pine in the European North]. Arkhangelsk, 1974. 107 p.
15. Lovelius N.V., Sobolev A.N. Izmenenie prirosta derev'ev i jelementov klimata na Soloveckom arhipelage [Changing the Growth of Trees and Climatic Elements on the Solovetsky Archipelago]. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie*, 2010, no. 3, pp. 257–262.
16. Lovelius N.V., Sobolev A.N., Feklistov P.A. Cherty edinstva v priroste sosny i eli na Soloveckom arhipelage i faktory sredi [Features of Unity in the Growth of Pine and Spruce on the Solovetsky Archipelago and Environmental Factors]. *Obshchestvo. Sreda. Razvitie*, 2012, no. 4, pp. 262–267.
17. Feklistov P.A., Evdokimov V.N., Barzut V.M. *Biologicheskie i jekologicheskie osobennosti rosta sosny v severnoj podzone Evropejskoj tajgi* [Biological and Ecological Characteristics of the Growth of Pine in the Northern Subzone of the European Taiga]. Arkhangelsk, 1997, p. 140.
18. Feklistov P.A., Sobolev A.N. *Lesnye nasazhdenija Soloveckogo arhipelaga (struktura, sostojanie, rost)* [Forest Plantations of the Solovetsky Archipelago (Structure, State, Growth)]. Arkhangelsk, 2010. 201 p.
19. Gusev I.I., Kalinin V.I. *Lesnaja taksacija* [Forest Inventory]. Leningrad, 1988. 61 p.
20. *GOST 56-69-83. Ploshhadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [State Standart 56-69-83. Trial Forest Management Areas. Method of Establishment]. Moscow, 1984. 60 p.
21. Sukachev V.N., Zonn S.V. *Metodicheskie ukazanija k izucheniju tipov lesa* [Methodological Guidelines for Forest Types Studying]. Moscow, 1961. 144 p.
22. Kazanskaya N.S., Lanina V.V., Marfyonin N.N. *Rekreacionnye lesa* [Recreational Forests]. Moscow, 1977. 96 p.
23. Feklistov P.A. K metodike ustanovlenija shodstva dendrohronologicheskikh rjadov [Revisiting the Method of Establishing Similarities of Dendrochronological Series]. *Dendroklimaticheskie issledovanija v SSSR: tez. dokl. III Vsesojuz. konf.* [Dendroclimatic Research in the USSR: Outline Reports of the III All-Union. Conf.]. Arkhangelsk, 1978, pp. 71–72.

Tyukavina Olga Nikolaevna

Forestry Engineering Institute, Northern (Arctic)
Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

Lezhneva Svetlana Viktorovna

Herzen State Pedagogical University of Russia (Saint Petersburg, Russia)

UNITY FEATURES AT PINE GROWTH IN DIFFERENT CONDITIONS OF SPROUTING IN ARKHANGELSK FORESTRY

The article presents the results of measurements of tree rings series, analysis of the values of pine growth, its temporal and spatial variability in different growing conditions. The features of the formation of the annual increment of pine, growing in four different moisture conditions of the Arkhangelsk forestry and the years of abnormally large and small growth conditions are identified. 19 matches of growth in different types of forest conditions for last 75 years are revealed, 9 of them are above the norm (47 %), 10 are below normal (52 %). Research of interannual differences of growth of pine tree rings showed a consistency in the long-term growth and the same response to changes in environmental conditions. Pine in different growing conditions reacts at the rugged environment more synchronically than at optimal. The moments of interdecadal variability of growth are revealed. Analysis of temperature distribution with accrued method in the years with opposite anomalies showed that before and in the years of abnormally insignificant amount of growth the temperature was higher than in the years of maximum growth. Depth of precipitation is maximal in the years preceding the maximum increments, and it's minimal in the formative years of minimal increments in the vegetation period. The determinant

factor for the development of radial growth is the level of solar activity in the preceding year. At the years of initiation of maximal and minimal radial increments its value differs insignificantly. Solar activity has a greater impact on growth than other considered factors. The differences between the ratios of factors before and in the years of maximum increments to the data of the years with minimal increments are an indicator of their importance in creating a positive or difficult environment for the formation of an abnormal growth.

Keywords: *radial growth, annual growth of pine, influence of environmental factors.*

Контактная информация:

Тюкавина Ольга Николаевна

адрес: 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17;

e-mail: tyukavina@agtu.ru

Лежнева Светлана Викторовна

адрес: 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, д. 48;

e-mail: lezhnevasv@mail.ru

Рецензент – *Бабич Н.А.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова