

УДК 582.475.4 : 630*181.65

В.В. Коровин, Н.В. Мальцукова, Р.В. Щекалев

Коровин Владимир Владимирович родился в 1938 г., окончил в 1962 г. Московский лесотехнический институт, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры селекции, генетики и дендрологии Московского государственного университета леса. Имеет около 100 печатных работ в области изучения аномального роста древесных растений, дендрологии, лесоведения.



Мальцукова Наталья Васильевна родилась в 1976 г., окончила в 1998 г. Московский государственный университет леса, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры селекции, генетики и дендрологии МГУЛ. Имеет 7 печатных работ в области лесоведения.



Щекалев Роман Викторович родился в 1976 г., окончил в 1998 г. Архангельский государственный технический университет, научный сотрудник лаборатории экологической биологии Института экологических проблем Севера УрО РАН. Имеет около 30 печатных работ в области изучения изменчивости качества древесины хвойных, дендрохронологии.



**РОСТ СРЕДНЕВОЗРАСТНЫХ И ПРИСПЕВАЮЩИХ
СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ТЕРРИТОРИИ ВОДОСБОРА
ГОРЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Исследована изменчивость радиального прироста сосны обыкновенной в насаждениях Чернолуховского лесхоза Костромской области. Показано влияние температурного режима и количества осадков на прирост сосняков зеленомошной группы типов леса.

Ключевые слова: сосна, радиальный прирост, температурный и водный режимы.

Радиальный прирост стволовой древесины лесообразующих древесных растений – сложный интегральный показатель, в формировании которого участвуют генотип каждого конкретного растения и комплекс факторов внешней среды. При этом ни индивидуальные генетические особенности, ни отдельные экологические факторы, исключая катастрофические события, не определяют полностью реально наблюдаемую изменчивость радиального прироста. Флуктуация ширины годичных колец, доли ранней и поздней зон прироста, а вследствие этого и механических свойств древесины определяется множеством взаимосвязанных, а иногда и самостоятельно действующих внешних и внутренних факторов [3, 14, 18].

Изучению изменчивости радиального прироста лесообразующих растений и влиянию на нее различных факторов посвящены многочислен-

ные работы. Большой вклад в это направление исследований внес И.С. Мелехов [10–13].

Рассматриваемые в данной статье насаждения сосны обыкновенной сформировались на площадях, пройденных в 1930–1950-е гг. сплошными концентрированными рубками. На ранних этапах естественного возобновления из-за временного обогащения верхнего почвенного горизонта (быстрая минерализация опада и порубочных остатков) чистые по составу сосновые молодняки формировались чрезмерно загущенными. В дальнейшем это привело к недостатку питательных веществ, и насаждения при переходе в категорию средневозрастных стали быстро изреживаться. Отпад, по нашим наблюдениям, происходил за счет деревьев не только худших по росту и развитию, но и относящихся к категориям средних и даже лучших [6–8].

Нынешнее состояние рассматриваемых насаждений определяется, как мы полагаем, не только особенностями ранних этапов их формирования, но и возникновением Горьковского водохранилища, повлиявшего, по всей видимости, на гидрологический режим почв в регионе. После образования водохранилища в 1957 г. приустьевые участки р. Унжи были затоплены, а сама река стала впадать в озерную часть водохранилища – бывш. русло р. Волги. Подтопленными оказались земли общей площадью более 2000 га. Изменение уровня грунтовых вод до настоящего времени изучено недостаточно, но низовья реки, несомненно, попадают в зону косвенного влияния водохранилища. Ряд авторов, проводивших исследования в бассейне реки, отмечают повышенное «обводнение» большей части болот, расположенных в низовьях реки и по ее побережьям, что выражается в наступлении болот на окружающую территорию и приводит к неестественным для данного района сукцессиям [4, 15, 16].

Наши исследования проведены в 1995–1999 гг. в хвойных насаждениях Чернолуховского опытного лесхоза (подзона южной тайги), занимающего центрально-южную часть Костромской области. Лесхоз расположен в левобережье р. Унжи. Согласно принятым в лесоустроительной практике стандартам, по мере удаления от водохранилища в сосняках брусничных IV–V классов возраста было заложено 12 пробных площадей (Чернолуховское, Юровское и Торзатское лесничества) (рис. 1). Древостои этой группы типов леса приурочены к мощным песчаным отложениям, занимают верхние половины склонов холмов и слабоволнистые выровненные участки водоразделов и речных террас. Почвы дерново-, слабо- и среднеподзолистые на пылеватых песках и супесях. Грунтовые воды залегают на глубине 1,5 ... 2,0 м. В составе древостоя доминирует сосна (7–10 единиц по запасу), в насаждениях присутствует береза до 2 единиц. Рассматриваемые фитоценозы сформировались на площадях, пройденных сплошными концентрированными рубками с последующим сжиганием порубочных остатков. Особенностью роста и развития этих насаждений было возобновление с избыточным для данных условий произрастания количеством подроста на единице площади.

Чрезмерная начальная густота насаждений и последовавшее обострение внутривидовой борьбы обусловили формирование быстро растущего

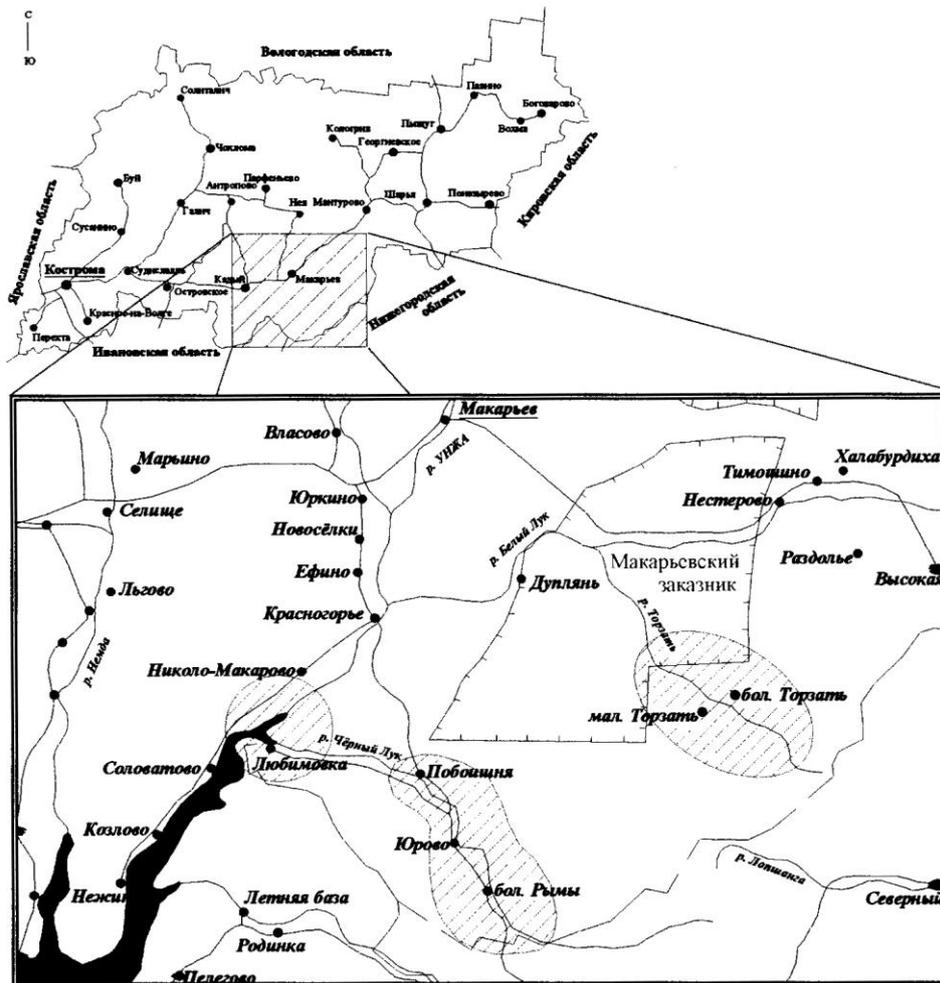
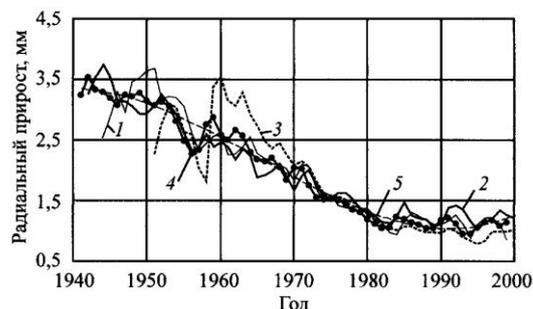


Рис. 1. Схема расположения районов работ

в высоту, но непропорционально тонкомерного древостоя с узкими, слабо развитыми кронами. В настоящее время эти древостои интенсивно изрежены, имеют низкую полноту (0,5 ... 0,6), что приводит к изменениям в сочетании факторов среды. В древостоях преобладают деревья с высоко поднятыми кронами (относительная протяженность крон не более 1/3 длины ствола). Высота древостоев отвечает I, реже II классу бонитета, однако в данном регионе по условиям произрастания соснякам брусничным соответствуют II-III классы бонитета.

У деревьев I-III классов Крафта (15 % от общего количества деревьев на участке) на высоте 1,3 м в направлении С-Ю возрастным буравом отбирали керны с одновременным измерением ствола и кроны. При построении древесных хронологий отсекали 4...6 первых годичных колец – юве-

Рис. 2. Динамика радиального прироста сосны: 1, 2, 3 – соответственно Чернолуховское, Юровское и Торзатское лесничества; 4 – средний прирост; 5 – тренд прироста



нильную древесину, которая по строению отличается от основной массы дефинитивной древесины.

Последующую камеральную обработку собранного материала выполняли методами корреляционного и регрессионного анализов, рассчитывая дендрохронологические индексы, а также одноименные критерии Стьюдента и Фишера при 5 %-м уровне значимости [2, 5, 9, 17]. На основании полученных данных был построен ряд древесных хронологий средней продолжительностью 60 лет. Далее рассмотрим кратко полученные результаты.

Обращает на себя внимание общее резкое снижение интенсивности радиального прироста с 3,4 до 1,2 мм в период с 1950 г. по 1980 г. (рис. 2). Анализ изменчивости ширины годичных колец не выявил значимого увеличения интенсивности прироста при переходе от насаждений, произрастающих на равнинном и низинном рельефе, к соснякам, расположенным на склонах холмов ($t_{\text{факт}} < t_{05}$). При этом отмечено некоторое превышение средних значений радиального прироста хвойных насаждений Юровского лесничества (пробные участки расположены по склонам холмов) (табл. 1). Для каждого лесничества по уровням иерархии [9] определены значения вариации радиального прироста, характеризующие высокий и повышенный уровень изменчивости. Наблюдается тенденция понижения вариации по направлению эндогенная – экологическая изменчивость. Высокие значения

Таблица 1

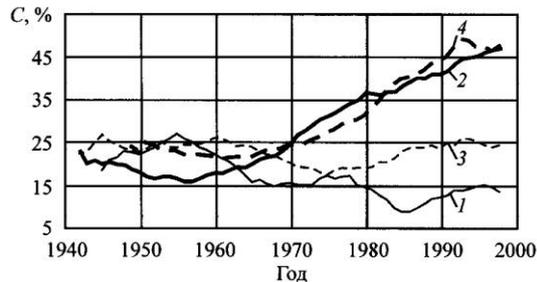
Характеристика радиального прироста сосны

Показатели	Лесничество		
	Торзатское	Чернолуховское	Юровское
Радиальный прирост, мм*	1,83 ± 0,15	1,92 ± 0,12	1,96 ± 0,12
$K_{\text{ч}}$, %**	7,1...9,5 (8,7)	9,1...13,1 (11,2)	7,2...13,0 (10,9)
Уровень изменчивости, %:			
эндогенной	51,2 ± 5,7	49,7 ± 5,5	47,8 ± 5,2
индивидуальной	42,8 ± 4,5	42,7 ± 4,5	43,1 ± 4,6
экологической	39,0 ± 4,0	42,0 ± 4,4	37,2 ± 3,8

* Среднее значение по лесничествам.

** Интервал колебаний индекса, в скобках среднее значение.

Рис. 3. Динамика изменчивости радиального прироста сосны: 1, 2 – Чернолуховское лесничество, соответственно холм и низина; 3 – Юровское лесничество, холм; 4 – Торзатское лесничество, равнина



вариации прироста говорят о явной, вероятно генетической, дифференциации деревьев внутри древостоев, чего нет в насаждениях более северных районов таежной зоны [19] и Восточной Сибири [3]. Уровень дисперсии радиального прироста снижается во II-III классах возраста и повышается к IV-V. Подобное колебание, но с более выраженным увеличением к V классу возраста, выявлено нами ранее в сосновых насаждениях зеленомошной группы лесов северной тайги [20].

Следует отметить значимое превышение изменчивости ширины годичного кольца у сосны в насаждениях равнинных и низинных участков по сравнению с расположенными на склонах холмов во второй половине трендов. Так, уровень изменчивости в рядах до 1970-х гг. колебался от 20,6 до 25,1% ($t_{\text{факт}} < t_{01}$ по всем рассматриваемым сопоставлениям). После 1970 г. варьирование признака стало значимым: на «сухих» участках среднее значение коэффициента изменчивости (C) не превышало 22,5 % (рис. 3, кривые 1 и 3), на «влажных» было больше 41,0 %.

Коэффициент синхронности полученных хронологий уменьшается по мере понижения рельефа (синхронность средняя и низкая): Юровское лесничество – 69,5; Торзатское – 62,2; Чернолуховское – 58,3 %. В данном случае коэффициент показывает наличие разнонаправленных колебаний радиального прироста сосны под воздействием общих (в основном климатических) факторов.

Для анализа отзывчивости радиального прироста от года к году под действием внешних факторов нами рассчитан индекс чувствительности $K_{\text{ч}}$ [18]. Независимо от экспозиции расположения опытного участка прослеживается тенденция к снижению $K_{\text{ч}}$ по направлению к участкам, удаленным от водохранилища (табл. 1).

До настоящего времени в научной литературе нет единого мнения о характере влияния флуктуаций водного и температурного режимов на изменение радиального прироста хвойных. В нашей работе предпринята попытка ретроспективно рассмотреть полученные древесные хронологии, используя сведения о динамике температуры и количестве выпавших осадков. По нашим данным получена умеренная связь температуры II-III декад марта с шириной годичного кольца ($r = -(0,369 \dots 0,518)$). Далее, до конца II декады апреля, связь ослабевает ($r = -(0,248 \dots 0,416)$). Температурный режим с мая по июль, по нашему мнению, находится в пределах экологического оптиму-

ма и, как следствие, не оказывает лимитирующего воздействия на радиальный прирост за год. Повышение температуры воздуха во II декаде августа приводит к значимому увеличению ширины годичного кольца. Получена умеренная положительная связь для насаждений Чернолуховского и Юровского лесничеств ($r = 0,305 \dots 0,348$). Стимулирующее влияние повышения температуры августа отмечалось и ранее [1]. В отдаленных от водохранилища хвойных насаждениях Торзатского лесничества не выявлена достоверная связь радиального прироста с температурой августа текущего года. Следует иметь в виду, что влияние водохранилища на леса этого лесничества минимально в связи с его удаленностью.

При рассмотрении влияния количества осадков на радиальный прирост отмечена значимая корреляция рассматриваемых переменных в период с ноября по февраль, при этом наиболее тесная связь получена в декабре (табл. 2). Интересна тенденция к увеличению тесноты связи в паре количество осадков – прирост при сокращении расстояния до водохранилища. Количество выпавших осадков за период вегетации, по нашим данным, не оказывает значимого влияния на радиальный прирост за год.

Для определения комплексного влияния гидротермического режима на радиальный прирост рассчитан множественный коэффициент корреляции, который показывает увеличение тесноты связи с третьей декадой ноября предыдущего ($R_{1,23} = 0,500$) по первую декаду января текущего года ($R_{1,23} = 0,575$) и последующее ослабление зависимости до конца мая ($R_{1,23} = 0,361$).

При расчете частной корреляции средней температуры и интенсивности радиального прироста при исключении влияния суммы выпавших осадков за рассматриваемый период отмечено ослабление силы связи во II-III декадах марта и II декаде августа. Частный коэффициент корреляции ($r_{13,2}$) составил соответственно $-0,379$, $-0,351$ и $0,354$. В случае определения чувствительности радиального прироста к колебаниям месячной суммы осадков при фиксированной температуре также отмечается общее снижение силы связи ($r_{12,3}$) в ноябре – феврале (соответственно $-0,485$; $-0,575$; $-0,543$; $-0,349$). Колебания отдельных составляющих гидротермического режима апреля (температура, сумма выпавших осадков) не влияли значимо на интенсивность прироста сосны.

Таблица 2

Корреляция ширины годичного кольца сосны обыкновенной и количества выпавших осадков

Месяц	Лесничество		
	Торзатское	Юровское	Чернолуховское
Ноябрь	$-(0,215 \dots 0,507)$	$-(0,330 \dots 0,331)$	$-(0,295 \dots 0,434)$
Декабрь	$-(0,352 \dots 0,510)$	$-(0,533 \dots 0,550)$	$-(0,550 \dots 0,640)$
Январь	$-(0,464 \dots 0,476)$	$-(0,503 \dots 0,511)$	$-(0,500 \dots 0,551)$
Февраль	$-(0,354 \dots 0,375)$	$-(0,425 \dots 0,486)$	$-(0,355 \dots 0,397)$
Апрель	Не значимо	$-(0,310 \dots 0,369)$	$-(0,275 \dots 0,384)$

Подобные результаты, на наш взгляд, позволяют предположить, что большое количество снега при интенсивном таянии в течение марта – апреля вызывает повышение уровня грунтовых вод. В результате подтопляются насаждения, произрастающие на легких почвах, подстилаемых глинами и тяжелыми суглинками, и, как следствие, тормозятся ростовые процессы. Положительная корреляция годовичного радиального прироста и температуры августа на фоне максимально «увлажненных» конца июля и начала августа может считаться закономерно ожидаемой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонова, Г.Ф. Рост клеток хвойных [Текст] / Г.Ф. Антонова. – Новосибирск: Наука, 1999. – 232 с.
2. Битвинкас, Т.Т. Дендроклиматические исследования [Текст] / Т.Т. Битвинкас. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 172 с.
3. Ваганов, Е.А. Погодные условия и структура годовичного кольца деревьев: имитационная модель трахеидограммы [Текст] / Е.А. Ваганов, И.В. Свицерская, Е.Н. Кондратьева // Лесоведение. – 1990. – № 2. – С. 37–45.
4. Василевская, В.Д. Почвы южно-таежного Заволжья в пределах Костромской области [Текст] / В.Д. Василевская // Структура и динамика экосистем южно-таежного Заволжья. – М.: Изд-во АН СССР, 1989. – С. 5–34.
5. Дьячков, А.Н. Математическая статистика в применении к лесному делу [Текст] / А.Н. Дьячков. – Архангельск, 1951. – 175 с.
6. Коровин, В.В. Особенности естественного роста средневозрастных и приспевающих сосняков Приунженского массива Костромской области (на примере Чернолуховского лесхоза) [Текст] / В.В. Коровин, А.Ф. Гуров, А.В. Савченко, Н.В. Мальщукова // Лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов. – М.: МГУЛ, 1998. – Вып. 303. – С. 31–35.
7. Коровин, В.В. Особенности роста средневозрастных и приспевающих сосняков в Чернолуховском опытном лесхозе [Текст] / В.В. Коровин, А.Ф. Гуров, А.В. Савченко, Н.В. Мальщукова // Там же. – М.: Изд-во МГУЛ, 2001. – Вып. 311. – С. 6–10.
8. Мальщукова, Н.В. Повышение продуктивности сосновых лесов Ветлужско-Унженской низменности [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.В. Мальщукова. – М.: Изд-во МГУЛ, 2003. – 21 с.
9. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений [Текст] / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1972. – 282 с.
10. Мелехов, И.С. О качестве северной сосны [Текст] / И.С. Мелехов. – Архангельск: Сев. изд-во ОГИЗ РСФСР, 1933. – 26 с.
11. Мелехов, И.С. Об изменении анатомического строения древесины сосны под влиянием лесных пожаров [Текст] / И.С. Мелехов. – Архангельск, 1940.
12. Мелехов, И.С. Значение типов леса и лесорастительных условий в изучении строения древесины и ее физико-механических свойств [Текст] / И.С. Мелехов // Тр. Ин-та леса АН СССР. – М.; Л., 1949. – Т. 4. – С. 11–20.
13. Мелехов, И.С. Леса Севера европейской части СССР [Текст] / И.С. Мелехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 116 с.

14. Мелехова, Т.А. Формирование годичного слоя сосны в связи с лесорастительными условиями [Текст] / Т.А. Мелехова // Тр. АЛТИ. – 1954. – Т. 14. – С. 123–138.
15. Преображенская, Е.С. Растительность гарей Ветлужско-Унженского междуречья [Текст] / Е.С. Преображенская, С.Ю. Попов // Структура и динамика экосистем южно-таежного Заволжья. – М.: Изд-во АН СССР, 1989.
16. Смагин, В.А. Болота юга Костромской области (бассейн низовьев реки Унжа) [Текст] / В.А. Смагин // Ботан. журн. – 1995. – Т. 80. – С. 20–29.
17. Шиятов, С.Г. Пути устранения неоднородности дендрохронологических рядов [Текст] / С.Г. Шиятов // Продуктивность и рациональное использование растительности Урала. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1980. – С. 90–101.
18. Шиятов, С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале [Текст] / С.Г. Шиятов. – М.: Наука, 1986. – 136 с.
19. Щекалев, Р.В. Изменчивость прироста и качества древесины сосны обыкновенной в естественных насаждениях Северо-Двинского бассейна в условиях аэротехногенного воздействия [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Р.В. Щекалев. – Сыктывкар, 2004. – 24 с.
20. Щекалев, Р.В. Динамика радиального прироста ствола у деревьев сосны с различной шириной кроны в дельте Северной Двины [Текст] / Р.В. Щекалев, С.Н. Тарханов // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. БГИТА. – Брянск, 2002. – Вып. 5. – С. 52–55.

Московский государственный
университет леса

Институт экологических
проблем Севера УрО РАН

Поступила 21.01.05

V.V. Korovin, N.V. Malshchukova, R.V. Shchekalev

Growth of Middle-aged and Ripening Pine Stands on Water-collection Area of Gorky Water-storage Reservoir

The variability of Scotch pine radial increment in the stands of Chernolukhovskiy forestry unit of Kostroma region is investigated. The influence of temperature conditions and precipitation amount on pine increment is shown for green-moss group of forest types.
