fun", 1993, no. 4. (In Russian).

10. *Metodika vypolnenija gamma-spektrometricheskih izmerenij aktivnosti radio-nuklidov v probah pochvy i rastitel'nyh materialov* [Methods of gamma-spectrometric measurements of radionuclide activity in samples of soil and plant materials]. *utverzhdena prikazom Ros-leshoza RF ot 05.09.1994 g. № 192* [approved by Order of the Federal Forestry Agency of the Russian Federation of 05.09.1994 № 192]. 16 p. (In Russian).

11. Schetinkin S.V. *Rol' drevesnyh rastenij v migracii radionuklidov 137Cs v les-nyh jekosistemah Central'nogo Chernozem'ja* [The role of woody plants in the migration of 137Cs in forest ecosystems of the Central Chernozem]. *Sohranenie, izuche-nie i vosproizvodstvo geneticheskih resursov lesnyh drevesnyh rastenij: sb. nauchn. tru-dov* [Preservation, study and reproduction of forest genetic resources of woody plants: Sat. Scien. Trudov]. Voronezh, 2007, pp 134-146. (In Russian).

12. Libbert E. *Fiziologija rastenij* [Plant Physiology]. Moscow, 1976, 555 p. (In Russian).

Сведения об авторах

Скрипников Виктор Николаевич – директор филиала ФБУ «Рослесозащита»-«ЦЗЛ Воронежской области», г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: czl36@yandex.ru.

Щетинкин Сергей Васильевич – начальник отдела Филиал ФБУ «Рослесозащита»-«ЦЗЛ Воронежской области», кандидат биологических наук, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: czl36@yandex.ru.

Information about authors

Skripnikov Viktor Nikolaevich – branch Manager of the FBI «Roslesozashchita» - «CFP of Voronezh region», Voronezh, Russian Federation; e-mail: czl36@yandex.ru.

Shchetinkin Sergey Vasilyevich – Head of the department of the branch of the FBI «Roslesozashchita» - «CFP of Voronezh region», PhD in Biology, Voronezh, Russian Federation; e-mail: czl36@yandex.ru.

DOI: 10.12737/14158
УДК 630*181: 630*561.24

СОСТОЯНИЕ И УСТОЙЧИВОСТЬ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (НА ПРИМЕРЕ ТУРБАЗЫ «ЛЕСНАЯ СКАЗКА»)

Д. А. Тимащук

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация

В условиях изменяющегося климата и усиления антропогенной нагрузки происходит снижение устойчивости сосновых насаждений к неблагоприятным факторам внешней среды, нарушение физиологических функций деревьев. Индикаторами при оценке состояния и устойчивости

лесных экосистем являются сами древостои. Проведен дендрохронологический и дендроклиматический анализы состояния и ростовых показателей естественных насаждений сосны обыкновенной V класса возраста (ТЛУ-B_2), произрастающих в зоне рекреационного воздействия на территории турбазы «Лесная сказка» и на некотором удалении от нее. При уменьшении рекреационной нагрузки, на 30 % увеличивается процент запаса деревьев категории «без признаков ослабления». Средневзвешенная величина категории состояния изменяется от I,8 до III,3 по мере увеличения рекреационной нагрузки. Выявлено достоверное увеличение радиального прироста древостоя на пробной площади, относящейся к I-й стадии дигрессии (ненарушенное насаждение), по сравнению с участками, подвергающимися интенсивной рекреационной нагрузке, причем прирост имеет равномерную амплитуду колебаний. На IV-й стадии дигрессии амплитуда снижается, нарушается цикличность прироста, происходит интенсивное падение прироста. Прослеживается положительная корреляционная связь между радиальным приростом и суммой атмосферных осадков за апрель-сентябрь, более ощутима связь в ненарушенном насаждении (на I стадии дигрессии), далее уменьшается до незначительной в насаждениях подвергшихся наибольшему рекреационному воздействию. Связь динамики прироста с солнечной активностью на всех стадиях дигрессии сравнительно невелика, на IV стадии дигрессии эта связь приближается к 0. В результате длительного рекреационного воздействия, насаждения снижают прирост, ухудшается их состояние.

Ключевые слова: сосна обыкновенная *Pinus sylvestris L.*, категория состояния, стадия дигрессии, радиальный прирост, корреляция.

STATE AND STABILITY OF PINE PLANTINGS IN THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENOUS INFLUENCE (ON THE EXAMPLE OF THE CAMP SITE «FORESTRY FAIRY TALE»)

D. A. Timashchuk

Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation

Abstract

In the conditions of changing climate and increasing anthropogenic pressure decreases the resistance of pine stands to adverse environmental factors, disturbance of physiological functions of trees. Indicators for assessing the status and sustainability of forest ecosystems are themselves trees. Conducted dendrochronological and dendroclimatic analyses of the status and growth rates of natural stands of Scots pine V age class (ТЛУ-B_2) growing in the area of recreation impact on the territory of the camp "Forest fairy tale", and at some distance from it. When reducing recreational pressure, a 30 % increase the percentage of stock of trees the category of "no signs of weakening." Weighted average of the category status is changed from I,8 to III,3 with increasing recreational load. Found a significant increase of radial growth forest plots belonging to the I-th stage of digression (undisturbed stand), compared with areas subjected to intensive recreational load, and the gain has a uniform amplitude. At the IV-th stage of digression, the

amplitude is reduced, disrupted the cyclical nature of growth, there is an intensive fall growth. Observed a positive correlation between radial growth and precipitation for April-September, more tangible connection in the undisturbed stand (for stage I of digression), then decreases to a marginal plantations were most recreational impacts. The relationship between the dynamics of growth with solar activity at all stages of digression is relatively small, at the IV stage of digression this relationship is approaching 0. In the result of long-term recreational impacts, plantings reduce the growth, worsening their condition.

Keywords: scots pine *Pinus sylvestris L.*, the status category, stage of digression, radial growth, correlation

Сосну обыкновенную *(Pinus silvestris L.)* принято считать экологически пластичной породой. Л.Ф. Правдин [11] указывает, что обширная область распространения сосны на материке Евразии обусловлена ее способностью существовать в разнообразных экологических условиях – от крайнего севера до субтропических районов.

На территории Центральной лесостепи насаждения сосны отличаются значительным разнообразием – это Усманский и Цнинский лесные массивы, Хреновской бор. Происходящие изменения климата негативным образом оказывали существенное влияние на динамику формирования сосновых насаждений и в далеком прошлом. Так М.М. Вересин [1] считал, что исчезновение сосновых боров в степной зоне было связано с отмиранием их в засушливое и жаркое время в так называемый суббореальный период, около 4500-2500 лет назад, когда происходило массовое высыхание верховых болот и ухудшились климатические и гидрологические условия для роста леса.

Особенность современного периода функционирования лесных экосистем связана, прежде всего, с тем, что оно осуществляется в условиях все возрастающего антропогенного воздействия.

Известно, что это воздействие весьма разнообразно и включает как промышленное и сельскохозяйственное производство, так и сферу рекреации. Современные подходы к выявлению последствий рекреационного воздействия (определение стадии рекреационной дигрессии) построены, в основном, на оценке повреждения травяного покрова, деревьев, подроста и подлеска и степени минерализации почвы.

Изучение радиального прироста в качестве одного из методов фитоиндикации антропогенного воздействия на лесные экосистемы стали использовать сравнительно недавно [3].

Активно дендрохронологическими исследованиями сосны занимались зарубежные ученые [15, 16, 17].

В связи с растущим антропогенным воздействием на лесные экосистемы и зеленые насаждения в городах, возникает необходимость оценки и прогноза их состояния.

Целью исследований являлось: выявление реакции естественных сосновых насаждений на воздействие рекреантов турбазы «Лесная сказка». В процессе исследований оценивалась также возможность использования изменчивости радиального прироста сосны в качестве индикатора степени рекреационной дигрессии насаждений.

Закладка пробных площадей произво-

дилась летом 2014 года, в качестве объекта исследования взяты насаждения сосны обыкновенной *(Pinus sylvestris L.),* произрастающие на территории турбазы «Лесная сказка» и на различном удалении от нее (квартал 7 выдел 30, квартал 12 выдел 6 Сомовского лесничества Воронежской области). На данных участках заложены четыре пробные площади размерами 0,5-1,0 га. Средний возраст древостоев на пробных площадях – 98 лет, средняя высота – от 25 до 28 м, средний диаметр – от 36 до 38 см. Полнота – 0,52 - 0,73. Класс бонитета I-II. Каждая пробная площадь характеризуется различной стадией рекреационной дигрессии. Все пробные площади заложены в условиях свежей субори (тип лесорастительных условий – B_2), тип леса – сосняк разнотравный ($C_{срт}$). Отобрано 20 опытных образцов – кернов древесины на высоте 1,3 м от основания ствола.

Все проводимые нами этапы сбора и обработки дендрохронологической информации выполнялись согласно методикам [9], датировка и измерения ширины годичных колец проводились на измерительном комплексе LINTAB-6 с использованием специализированного программного пакета TSAP-Win (версия профессиональная). Расчет относительных индексов прироста выполнен в программе TREND [10]. Статистические характеристики дендрохронологических рядов рассчитаны по ширине годичных колец для каждой пробной площади (по стадиям рекреационной дигрессии) в программе STADIA (табл. 1, 2).

Известно, что при оценке состояния и устойчивости лесных экосистем лучшими индикаторами являются сами древостои [3].

Результаты проведенного обследования изучаемых древостоев показали наличие положительной связи санитарного состояния деревьев сосны, от степени рекреационной нагрузки, выражаемой определенной стадией дигрессии (табл. 1).

Наблюдается увеличение процента запаса категории «без признаков ослабления» с уменьшением рекреационного воздействия на 30 %. Запас сухостойных деревьев в ненарушенном насаждении имеет маленький процент (1,5 %). Средневзвешенная величина категории состояния возрастает от 4 пробной площади к 1 (I стадия дигрессии) и изменяется от I,8 до III,3.

На IV стадии дигрессии наибольшее количество встречающихся деревьев 3-й категории состояния («сильно ослабленные»), о чем свидетельствует среднее значение признака 3,28. Коэффициент изменчивости (С) на этой стадии дигрессии равен 30 %, что показывает неоднородность распределения по категориям состояния.

Точность исследований (Р) не превышает 3 % – высокая, ниже требуемого значения (Рм<5-10 %).

Для выявления лимитирующих факторов, влияющих на радиальный прирост сосны, рассчитаны коэффициенты корреляции индексов прироста с атмосферными осадками, гидротермическим коэффициентом Селянинова и солнечной активностью по стадиям рекреационной дигрессии (табл. 3).

В результате корреляционного анализа прослеживается положительная статистическая связь между радиальным приростом и суммой атмосферных осадков за апрель-сентябрь. Значения коэффициента

Таблица 1

Распределение сосновых деревьев по категориям состояния:
числитель – шт/га, знаменатель – %

№ пробной площади	Квартал	Выдел	Число деревьев на ПП, шт.	Стадия дигрессии	Распределение запаса насаждения по категориям состояния, шт/%						Средневзвешенная величина состояния насаждения
					Без признаков ослабления	Ослабленные	Сильно ослабленные	Усыхающие	Свежий сухостой	Старый сухостой	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B_2 (свежая суборь)											
4	7	30	158	IV	9 5,7	15 9,5	73 46,4	41 25,9	10 6,3	8 5,1	III,3
3	7	30	172	III	15 8,1	69 44,6	68 36,5	12 6,5	5 2,7	3 1,6	II,6
2	7	30	180	II	40 18,6	92 54,1	41 23,2	5 6,5	-	2 1,5	II,1
1	12	6	202	I	74 36,6	101 50,0	21 10,4	3 1,5	3 1,5	-	I,8

Таблица 2

Статистические характеристики деревьев по категориям состояния

Стадия дигрессии	Кол-во деревьев	Средняя величина состояния насаждения	Стд. отклонение	Ст. ошибка	Коэф. изменч. , %	Точность, %
IV	158	3,28±0,078	0,98	0,078	30	2,8
III	172	2,61±0,074	0,97	0,074	29	2,8
II	180	2,11±0,065	0,87	0,065	27	3,0
I	202	1,81±0,056	0,79	0,056	21	3,0

Таблица 3

Коэффициенты корреляции (r) индексов прироста (I)
с лимитирующими факторами по стадиям рекреационной дигрессии

Стадия дигрессии	ГТК май-сентябрь	P апрель-сентябрь	W	Временной интервал, лет
I	0,37	0,40	0,15	98
II	0,37	0,31	0,14	98
III	0,14	0,19	0,09	98
IV	0,16	0,18	0,02	98

В таблице: W – числа Вольфа, P апрель-сентябрь – атмосферные осадки, ГТК май-сентябрь – гидротермический коэффициент Селянинова

корреляции на разных стадиях дигрессии варьируют от 0,18 до 0,40 по мере уменьшения стадии рекреационной дигрессии. Корреляционная связь динамики прироста с солнечной активностью на I стадии дигрессии сравнительно невелика (r = 0,15) и находится в синфазе с основными экстремумами прироста только в период с середины 1970-х до 2000 гг., на IV стадии дигрессии эта связь приближается к 0. Анализируя корреляционные показатели прироста от климатических факторов, более ощутима связь в ненарушенном насаждении, при этом уменьшаясь до незначительной в насаждениях подвергшихся наибольшему рекреационному воздействию.

Установлена также положительная корреляция средних значений прироста по каждой стадии дигрессии с гидротермическим коэффициентом, что является свидетельством влияния температуры воздуха, выраженного через соотношение с количеством атмосферных осадков.

Н.В. Ловелиус [5], С.М. Матвеев [6, 7], Е.М. Рунова, Л.В. Аношкина [12], Д.А. Тимащук [13 ,14] и др., изучая влияние рекреационной нагрузки на радиальный прирост сосны, выявили, что в сосновых древостоях, произрастающих изначально в схожих условиях, при длительном воздействии рекреации наблюдается снижение радиального прироста древесины.

Анализ графика абсолютных величин (рис.) условно разделен на две части: анализ насаждения, не подверженного рекреационному воздействию (до 1956 г.), база отдыха, на которой заложены пробные площади, начинает свое функционирование с 1956 года; анализ изменений произошедших вследствие влияния рекреации относительно каждой стадии дигрессии.

На графике четко прослеживается разница динамики колебаний I и IV стадий дигрессии. Насаждения первой стадии дигрессии с 1957 года не изменили свою динамику. Прослеживается

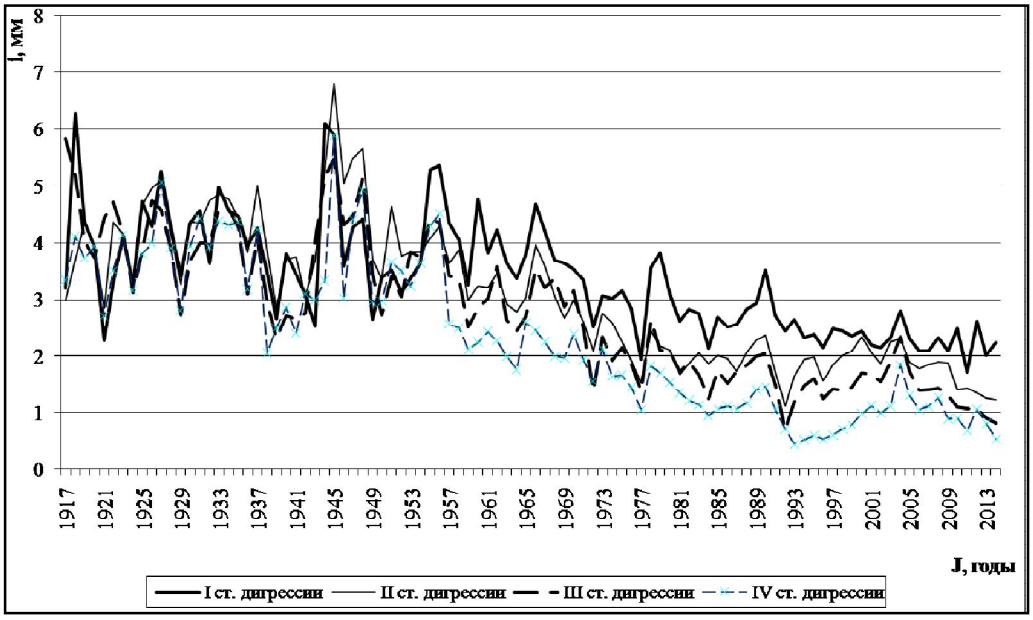

Рисунок. Динамика ширины годичных колец всех стадиях рекреационной дигрессии

относительно равномерная амплитуда колебаний, четко выражены «реперные» годы. Наблюдаются резкие спады и всплески прироста. Кроме того, на графике данной стадии четко прослеживается возрастной тренд: с увеличением возраста происходит снижение прироста.

Насаждения четвертой стадии дигрессии наиболее отражают влияние рекреационного воздействия. На графике четко прослеживается нарушение цикличности радиального прироста, снижение амплитуды колебаний, резкое падение прироста в 1957 году, которое совпало с общим минимумом.

На графиках всех стадий дигрессии в 1957 году наблюдается резкий спад прироста (в том числе и на I и II стадиях, где рекреационное воздействие практически исключается). Следовательно, резкий спад радиального прироста в 1957 году обусловлен совокупным влиянием нескольких факторов, в том числе и антропогенным.

Насаждения, подверженные максимальному антропогенному воздействию, слабее других реагируют на изменение климатических факторов. Об этом свидетельствует высокая амплитуда колебаний на первой стадии дигрессии в сравнении с минимальными значениями амплитуды колебаний на IV стадии дигрессии. Длительное рекреационное воздействие на насаждения приводит к снижению прироста, как следствие к ослаблению деревьев.

С помощью пакета программ TSAP-Win [18] по каждой пробной площади рассчитаны коэффициенты сходства ширины годичных колец каждого образца со средним (GLK – коэффициент синхронности, CC – коэффициент корреляции, SNR – соотношение сигнал/ шум).

Средние значения коэффициентов синхронности варьируют от 67,7 до 76,1 % (табл. 4) по мере увеличения рекреационной нагрузки. Диапазон колебаний коэффициентов корреляции по всем кернам составляет от 69 % до 93 %, наименьший коэффициент корреляции присутствует на IV стадии дигрессии.

Расчет SNR (отношение сигнал-шум) показатель взаимокорреляции индивидуальных хронологий, использовавшихся для построения обобщенной хронологии, показал высокие значения на всех стадиях рекреационной дигрессии. Показатель EPS (чувствительность древесно-кольцевой хронологии к изменению внешних факторов)

Таблица 4

Средние значения коэффициента синхронности (GLK, %) и коэффициента корреляции (CC,%) ширины годичных колец отдельных деревьев выборки по стадиям рекреационной дигрессии

Объект исследований	№ п.п	Стадия дигрессии	Показатели			
			GLK, %	Уровень синхронности (Шиятов, 1986)	CC,%	SNR
т/б «Лесная сказка»	1	I	76,1	Средняя	80,4	48
	2	II	73,2	Средняя	86,5	53
	3	III	72,9	Средняя	78,2	45
	4	IV	67,7	Низкая	75,7	42

равен 0,98.

Проведенные исследования состояния и устойчивости сосны обыкновенной в зоне интенсивного рекреационного воздействия позволяют сделать следующие выводы:

- отмечена высокая биоиндикационная возможность дендрохронологического метода с использованием сосны обыкновенной при изучении характера и степени рекреационной нагрузки на насаждения;

- по мере удаления от турбазы «Лесная сказка» стадия дигрессии насаждения меняется от IV-й до I-й. Соответственно, меняется средневзвешенное значение категории состояния древостоев от III,3 до I,7.

- доминирующее влияние на радиальный прирост сосны оказывает сумма осадков за апрель-сентябрь. Значение коэффициента корреляции на I стадии дигрессии 0,40, а по мере увеличения стадии дигрессии уменьшается до 0,18;

- радиальный прирост древостоя на II-й, III-й и особенно переходной к IV-й стадиях дигрессии имеет повышенную амплитуду колебаний. На IV-й стадии дигрессии амплитуда снижается, но резко нарушается цикличность прироста, происходит интенсивное падение прироста.

Исследование выполнено при поддержке Российского Научного Фонда (проект №14-17-00171) на тему: «Региональные отклики компонентов окружающей среды на изменения климата разной периодичности: юг лесостепи Среднерусской возвышенности.

Библиографический список

1. Вересин, М.М. Леса Воронежские [Текст] / М.М. Вересин. – Воронеж: Центр-Черноозем. изд-во, 1971. – 224 с.

2. Колчин, Б.А. Дендрохронология Восточной Европы [Текст] / Б.А. Колчин, Н.Б. Черных. – М.: Наука, 1977. – 128 с.

3. Комин, Г.Е. Применение дендрохронологических методов в экологическом мониторинге лесов [Текст] / Г.Е. Комин. – М.: Лесоведение. – 1990. – № 3. – С. 3-12

4. Ловелиус, Н.В. Изменчивость прироста деревьев. Дендроиндикация природных процессов и антропогенных воздействий лесостепи [Текст] / Н.В. Ловелиус. – Л.: Наука, Ленингр. отделение, 1979. – 230 с.

5. Матвеев, С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи [Текст] / С.М. Матвеев // Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – 272 с.

6. Матвеев, С.М. Динамика состояния сосновых насаждений под воздействием рекреации [Текст] / С.М. Матвеев // Вестник ВГУ: Серия география и геоэкология. – 2005. – № 2. – С. 97-103.

7. Методы дендрохронологии. Ч. I: Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации [Текст]: учеб. - метод. пособие / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов и др. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.

8. Мироненко, А.В. Свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ № 2012613667 «Программа расчета тренда временных рядов и индексированных значений с исключением тренда» / А.В. Мироненко, С.М. Матвеев. – Заявка № 2012611206, 2012.

9. Правдин, М.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция [Текст] / М.Ф. Правдин. – Москва: Изд-во Наука, 1964. – 190 с.

10. Рунова, Е.М. Влияние рекреационной нагрузки на радиальный прирост сосны лесостепи [Текст] / Е.М. Рунова, Л.В. Аношкина // Системы Методы Технологии. – 2011. – № 2. – С.121-123.

11. Тимащук, Д.А. Дендроиндикация рекреационной дигрессии сосновых насаждений в Усманском бору Воронежской области [Текст] / Д.А. Тимащук // Воспроизводство, мониторинг и охрана природных, природно-антропогенных и антропогенных ландшафтов: материалы международной молодежной научной школы 14-15 июня 2012 г, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». Воронеж, 2012. – С. 272-276.

12. Тимащук, Д.А. Изменчивость радиального прироста сосны как индикатор степени рекреационного воздействия [Текст] / Д.А. Тимащук // Лесные экосистемы в условиях меняющегося климата: проблемы и перспективы: материалы международной научно-технической юбилейной конференции 21-22 мая 2015 г, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2015. – С. 238-242.

13. Douglass, A.E. A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity [Text] / A.E. Douglass // In: Climatic cycles and tree-growth, v. 1. Washington: Carnegie Inst., 1919. – 127 p.

14. Cedro, A. Dendrochronological study of Scots pine (Pinus sylvestris L.) radial growth in the vicinity of industrial pollution [Text] / A. Cedro, B. Bosiacka, M. Mysliwy // BALTIC forestry.- 2013. – Vol. 19. – pp. 226-235.

15. Puraino, S.A dendrochronological analysisof Pinus pinea L. on Italian mid-tyrrhenian coast [Text] / S. Puraino, S. Camiz, A. Di Filippo // Geochronometria. – 2013. – Vol. 12. – pp. 77-89.

16. Schweingruber, F.H. Tree-ring density networks for climate reconstruction [Text] / F.H. Schweingruber, K.R. Briffa // Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years (Eds. P.D. Jones, R.S. Bradley and J. Jouzel), NATO ASI Series, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1996. – Vol. 141. – pp. 44-66.

References

1. Veresin M.M. *Lesa Voronezhskie* [Forest Voronezh] *Tsentr-Chernozem. izd-vo* [Center Of The Earth. publishing house]. Voronezh. 1971, 224 p. (In Russian).

2. Kolchin B.A., Chernykh N.B. *Dendrokhronologiya Vostochnoy Evropy* [The Dendrochronology of Eastern Europe]. Moscow, 1977, 128 p. (In Russian).

3. Komin, G.E. *Primenenie dendrokhronologicheskikh metodov v ekologicheskom monitoringe lesov* [The application of dendrochronological methods in environmental monitoring of forests]. Moscow, 1990, no. 3, pp. 3-12. (In Russian).

4. Lovelius, N.V. *Izmenchivost' prirosta derev'ev. Dendroindikatsiya prirodnykh protsessov i antropogennykh vozdeystviy lesostepi* [The variability of tree growth. Dentonvale natural processes and anthropogenic impacts forest] Leningrad, 1979, 230 p. (In Russian).

5. Matveev S.M. *Dendroindikatcija dinamiky sostoyaniya sosnovyih nasazhdeny Central'noy lesostepy* [Dendroindication of dynamics of the state of the pine plantations in Central forest-steppe]. Voronezh, 2003, 272 p. (In Russian).

6. Matveev, S.M. *Dinamika sostoyaniya sosnovykh nasazhdeniy pod vozdeystviem rekreatsii* [Dynamics of the state of pine stands under the influence of recreation] *Vestnik VGU, Seriya geografiya i geoekologiya* [Bulletin of Voronezh state University, A series of geography and Geoecology]. 2005, no. 2, pp. 97-103. (In Russian).

7. *Metody dendrokhronologii. Ch. I: Osnovy dendrokhronologii. Sbor i poluchenie drevesno-kol'tsevoy informatsii* [Methods of dendrochronology. Part I: fundamentals of dendrochronology. Collection and receipt of tree-ring information]. Krasnoyarsk, 2000, 80 p. (In Russian).

8. Mironenko A.V., Matveev S.M. *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registraciy programmy EVM no. 2012613667 "Programma rascheta trenda vremennyh ryadov I indeksirovannyh znacheniy s isklyucheniem trenda "* [Certificate of state registration number 2012613667 computer programs "Program of the calculation of the trend time series and indexed values with the exception of the trend"]. *Zayavka no. 2012611206, 2012* [The application number 2012611206, 2012]. (In Russian).

9. Pravdin M.F. *Sosna obyknovennaya. Izmenchivost', vnutrividovaya sistematika i selektsiya* [Pine. Variation, intraspecific taxonomy and selection]. Moscow, 1964, 190 p. (In Russian).

10. Runova E.M., Anoshkina L.V. *Vliyanie rekreatsionnoy nagruzki na radial'nyy prirost sosny lesostepi* [The impact of recreational pressure on the radial increment of pine forest] *Sistemy Metody Tekhnologii* [Systems Technology Methods.]. 2011, no. 2, pp. 121-123. (In Russian).

11. Timashchuk D.A. *Dendroindikatsiya rekreatsionnoy digressii sosnovykh nasazhdeniy v Usmanskom boru Voronezhskoy oblasti* [Dentonvale recreational digression of pine plantations in the Usman pine forest Voronezh region] *Vosproizvodstvo, monitoring i okhrana prirodnykh, prirodno-antropogennykh i antropogennykh landshaftov: materialy mezhdunarodnoy molodezhnoy nauchnoy shkoly 14-15 iyunya 2012 g.* [Reproduction, monitoring and protection of natural, natural-anthropogenic and anthropogenic landscapes: proceedings of the international youth scientific school 14-15 June 2012]. Voronezh, 2012, pp. 272-276. (In Russian).

12. Timashchuk D.A. *Izmenchivost' radial'nogo prirosta sosny kak indikator stepeni rekreatsionnogo vozdeystviya* [The variability of radial growth of Scots pine as an indicator of the extent of recreational impacts] *Lesnye ekosistemy v usloviyakh menyayushchegosya klimata: problemy i perspektivy: materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy yubileynoy konferentsii 21-22 maya 2015 g.* [Forest ecosystems in a changing climate: problems and prospects: materials of international scientific jubilee conference 21-22 may 2015]. Voronezh, 2015, pp. 238-242. (In Russian).

13. Douglass A.E. A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity. In: Climatic cycles and tree-growth, Washington: Carnegie Inst., 1919, Vol. 1, 127 p.

14. Cedro A., Bosiacka B., Mysliwy M. Dendrochronological study of Scots pine (Pinus sylvestris L.) radial growth in the vicinity of industrial pollution. BALTIC forestry, 2013, Vol. 19, pp. 226-235.

15. Puraino S., Camiz S., Di Filippo A.A Dendrochronological analysis of Pinus pinea L. on Italian mid-tyrrhenian coast. Geochronometria, 2013, Vol. 12, pp. 77-89

16. Schweingruber F.H., Briffa K.R. Tree-ring density networks for climate reconstruction. Climatic Variations and Forcing Mechanisms of the Last 2000 Years (Eds. P.D. Jones, R.S. Bradley and J. Jouzel), NATO ASI Series, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1996, Vol. 141, pp. 44-66.

Сведения об авторе

Тимащук Дарья Андреевна – ассистент кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Российской Федерации; e-mail: timashchuk90@mai.ru

Information about author

Timashchuk Darya Andreevna – assistant to chair of forestry, forest valuation and forest management Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation; e-mail: timashchuk90@mai.ru

DOI: 10.12737/14159
УДК 3609174.754: 630*228.7

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПРИВИВОК КЕДРА СИБИРСКОГО

доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Е. В. Титов**
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», г. Воронеж, Российская Федерация

Создание промышленных орехопродуктивных плантаций кедровых сосен в России сдерживается из-за отсутствия достаточного количества проверенного по вегетативному потомству отселектированного материала высокоурожайных по генотипу плюсовых деревьев и сортов-клонов. Одна из причин – высокая трудоемкость оценки и несовершенство существующих методик определения среднемноголетней урожайности прививок. Разработке эффективного метода посвящена настоящая статья. В ней совершенствование методики связано с установлением небольшого, оптимального для обеспечения необходимой точности (до 10 %), количества модельных ветвей определенного возраста и местонахождения в плодоносящем ярусе кроны, среднемноголетние показатели урожайности которых соответствуют аналогичным значениям прививки. Закономерности распределения урожая в кроне изучали на 25-летних прививках 20 плюсовых по семенной продуктивности деревьев кедра сибирского свободного размещения на клоново-испытательной плантации в Республике Алтай. Значения показателей урожайности определяли за последние 8-10 лет по следам от шишек на всех ветвях (36-46 шт.) плодоносящего яруса кроны протяженностью 5,1-6,2 м. На каждом дереве проводили 300-400 учетов. Установлено, что среднемноголетние значения основных признаков урожая на прививке – процент ежегодно плодоносящих побегов и энергия их семеношения – соответствуют средним показателям 8-10 плодоносящих 12-15-летних ветвей, находящихся в 3 мутовках в средней части плодоносящего яруса кроны. Отклонения не превышают 8-9 %. Данные признаки в этой части кроны отличаются низким и средним уровнем эндогенной изменчивости (С=8-20 %). Установлено, что при максимальном ее значении для обеспечения 5 %-